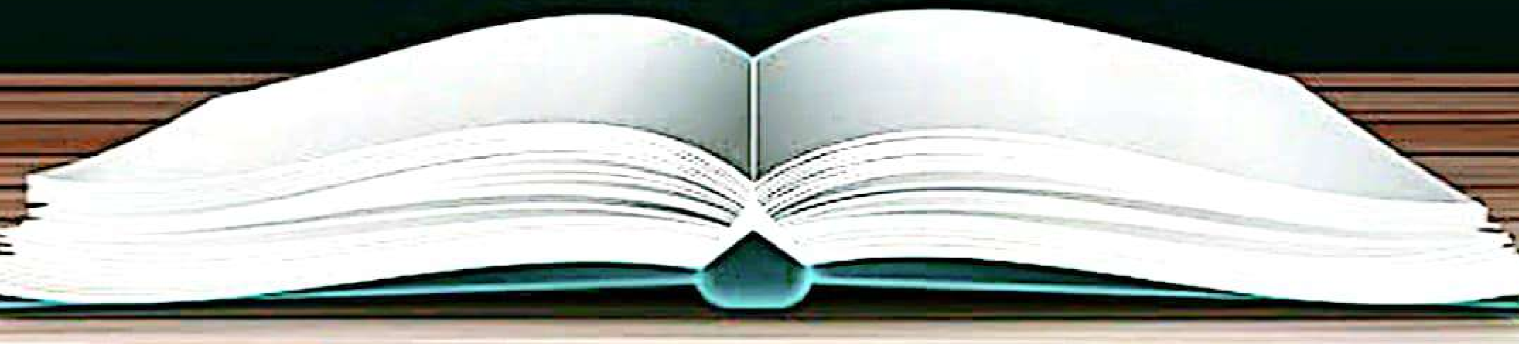
د. أمينة محمد كاظم

المقياس الموضوعي للسلوك





مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
ادارة التأليف والترجمة والنشر

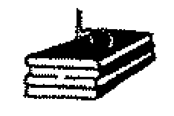


دراسة نظرية نقدية حول

القياس الموضوعي للسلوك

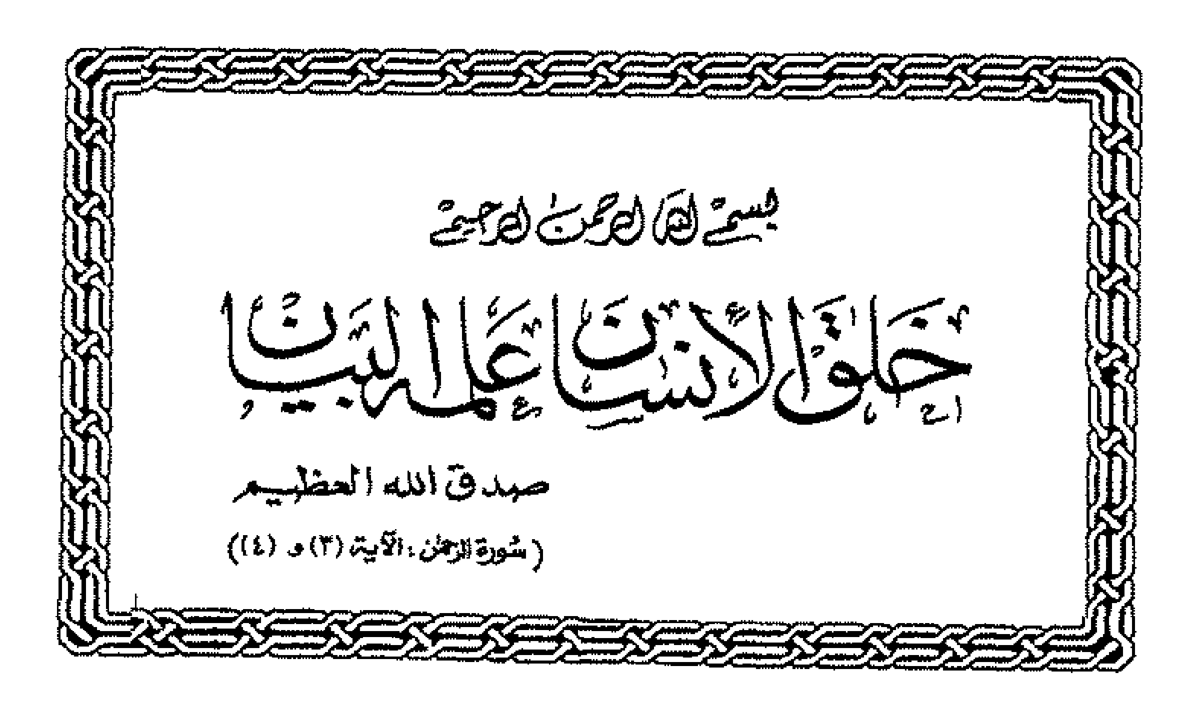
نموذج "راش"

تأليف
الدكتورة أمينة محمد كاظم



سلسلة الكتب المتخصصة
الطبعة الاولى ١٩٨٨م
الكويت


mohamed khatab


بسم الله الرحمن الرحيم
خلق الإنسان علمه البيان
صدق الله العظيم
(سورة الرحمن : الآية (٣) و (٤))

المحتويات

فهرس الجداول

فهرس الاشكال

تصدير

تشكل علوم القياس جانبا مهما في دراسة الظواهر المختلفة، فهي تختص بقياس الظاهرة موضوع الدراسة وتقدرها. وكلما كان القياس موضوعيا دقيقا كان فهمنا للظاهرة موضوعيا دقيقا، وادى هذا الى دقة في التنبؤ وما يستتبع ذلك من دقة في الضبط والتحكم. هنا تبدو أهمية الدراسة في مجال القياس، وذلك بهدف البحث والتقصي عن الطرق والوسائل والأدوات التي تحقق دقة القياس وموضوعيته. واذا كان القياس الفيزيائي قد قطع شوطا كبيرا في تحقيق هذه الاهداف، فان الطريق ما يزال طويلا في مجال القياس السلوكي. وينعكس هذا فيما نراه من بون شاسع بين التقدم في العلوم الفيزيائية والعلوم السلوكية، يتمثل في دقة التنبؤ بالظواهر الفيزيائية وكذلك في دقة ضبطها، والتحكم فيها، بما لا يتوفر بالقدر نفسه في الظواهر السلوكية. وعلى هذا فان الفرصة واسعة امام العلماء والباحثين في مجال القياس السلوكي، لمزيد من الجهد والبحث.

ويشكل البحث في علم القياس السلوكي أهمية خاصة لدى الباحثة، وبخاصة تلك الإتجاهات الحديثة التي تهدف إلى تحقيق الموضوعية في القياس بصورة تختلف عما كان مألوفا وتقليديا في السابق. ومن أهم هذه الاتجاهات الحديثه تلك النماذج القائمة على نظرية الاحتمالات التي تنضوي تحت ما يسمى بنماذج السمات الكامنة، ومن أهمها نموذج (راش) للقياس الموضوعي للسلوك. ويرجع الفضل الاول في اهتمام الباحثة بهذا الاتجاه في القياس السلوكي الى ذلك الحوار المفيد المثمر الذي كثيرا ما قاده ووجهه استاذنا الفاضل الدكتور رشدي فام، بقسم علم النفس بكلية البنات جامعة عين شمس.

لذا فعندما بدأت الباحثة مهمتها العلمية بجامعة لندن، والمؤسسة القومية للبحوث التربوية بانكلترا وويلز عام ١٩٧٦، كان همها الأول تقصي الجهود المبذولة في هذا المجال خاصة فيما يتعلق باستخدام نموذج (راش) في بناء المقاييس البريطانية للقدرات، التي اشترك في اعدادها فريق من الباحثين في اطار جامعة مانشستر والمؤسسة القومية للبحوث التربوية، وبدأ فيها عام ١٩٦٥ ولم يفرغ منها الا عام ١٩٨٣.

وبعد ان قدمت الباحثة دراستها السابقة حول التفسيرات المتباينة لنتائج الاختبارات (١٩٨١) التي تناولت فيها بصورة عامة ثلاثة اتجاهات مختلفة في تفسير نتائج القياس السلوكى . فانها تقدم الآن دراسة جديدة تتناول اتجاها واحدا منها فقط ؛ هو أحدث هذه الاتجاهات الثلاثة ؛ وهو عن نماذج السمات الكامنة بوجه عام ونموذج (راش) بوجه خاص. وهذه الدراسة دراسة نظرية نقدية مفصلة حول القياس الموضوعي للسلوك. توضح كيف ينبغى ان تتحرر درجة الفرد من التقيد بأداة قياس معينة . وكيف ينبغى ان تتحرر من الانتساب الى اداء مجموعة معينة من الافراد. وتقارن هذه الدراسة بين القياس السلوكي والقياس الفيزيائي وتعرض لبعض مشكلات القياس المهمة حتى تصل الى متطلبات القياس الموضوعي للسلوك. وهنا تبرز الحاجة الى نظرية جديدة في القياس تحقق تلك المطالب. وتعرض الدراسة بعد ذلك إلى نظرية السمات الكامنة ، وإلى نماذج السمات الكامنة بوجه عام ، ونموذج (راش) بوجه خاص. وتتناول الدراسة بعد ذلك الصيغة الرياضية لنموذج (راش) ، ثم معنى الموضوعية الخاصة لهذا النموذج وماذا تعني قدرة الفرد وصعوبة البند ووحدة قياسهما (اللوجيت). وقد ناقشت الدراسة كيفية تقدير كل من معلم قدرة الفرد، ومعلم صعوبة البند، وتعرضت للمعادلات الخاصة بذلك مع التعليق عليها ، وكذلك على برنامج الحاسب الآلي الخاص بذلك. ثم توصلت بعد ذلك إلى المحكات الرئيسة التي يطمأن على أساسها الى توفر شروط ومتطلبات الموضوعية في البنود التي تكون الاختبار، أي التي على اساسها يعد البند ملائما للنموذج ، وقد امكن تلخيص المواصفات الاحصائيه التي تتوفر في البنود الملائمة، بناء على تلك المحكات السابقة، ثم تعرضت الدراسة الى كيفية التحقق من توفر متطلبات موضوعيه القياس في الاداة التي تبنى بطريقة نموذج (راش) وتغلبها على مشكلات الصدق والثبات ، ثم تدرجت الدراسة لابراز الحاجة الى تدريجات جديدة مناسبة لبعض اغراض القياس ، التي يحتاج اليها الباحث، او المدرس ، وعرضت لبعض وحدات القياس المناسبة لذلك . ثم تناولت الدراسة اهم تطبيقات النموذج ، وهو بنك الاسئلة ، وكيفية بنائه وتكوينه ، وسحب الإختبارات التي يحتاج اليها الباحث ، أو المدرس ، والتي تحقق أغراض القياس التي يهدف إليها . بعد ذلك ناقشت الدراسة جهود العلماء وابحاثهم في تطوير نموذج (راش) ، للتغلب على بعض المشكلات النظرية أو التطبيقية. ثم لكيفيف يمكن الاستفادة من نموذج (راش) في البيئة العربية سواء في مجال التحصيل الدراسي او في مجال قياس الذكاء والقدرات .

واخيرا كانت المناقشة النقدية حول النموذج من حيث مسلماته الاساسية

ومجالات استخدامه، والصعوبات التي تكتنف تطبيقه، مما يفتح الباب امام الباحثين لمجالات جديدة من البحث والدراسة، كما تفتح الفرصة لجميع الافكار والاتجاهات التي تناولت قياس السلوك وعدم إقتصارها على فكر واحد، أو نظرية، أو طريقة واحدة .

وقد اعتمدت الباحثه فى دراستها الراهنه على أهم الدراسات فى هذا المجال، خاصة تلك التى قام بها وأشرف عليها العالم الأمريكى رايت (Wright)والتى وضع فيها خلاصة فكره فى توضيح وتفسير نموذج (راش)، وإمكانية تطويعه للتطبيق العملى واعتبر بذلك الرائد والمرجع الأول فى استخدام هذا النموذج الذى أرسى قواعده العالم الدانمركى (راش).

وقد تعرضت الباحثة في هذه الدراسة لبعض المعادلات الخاصة بالنموذج، وباحصاءات الملاءمة المختلفة. وكلما اقتضى الامر، كانت الباحثة تضيف بعض المعادلات التى يمكن بها تفسير وتوضيح المعادلات الرئيسية، التي وردت في المراجع والمصادر الاساسية. وقد استخدمت الباحثة الرموز العالمية الشائعة، حتى لا يجد القارىء نقلة ذهنية بين صور المعادلات كما ترد في هذه الدراسة وصورها المألوفة في مراجعها الاصلية. وعلى الرغم من ألفة القارىء المتخصص بالرموز المستخدمة في المعادلات الواردة، الا ان الباحثة أضافت ـ في الحاشية اسفل الصفحات ـ تفسيرات لبعض الرموز والمصطلحات التي قد لا يألفها القارىء غير المتخصص كما أفردت لذلك جدولا فى نهاية الدراسة يضم معانى بعض هذه الرموز والمصطلحات المستخدمة. وقد أتبعت ذلك بقائمة بأهم المعادلات الواردة بهذه الدراسة مرتبة ومرقمة ومكبرة وذلك للرجوع اليها اذا اقتضى الأمر ذلك.

وقد تبنت مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ـ مشكورة ـ تقديم هذه الدراسة الى القارىء في الوطن العربي، فقد كان لهذه المؤسسة العلمية الكبيرة ـ دوما ـ دور عظيم في تنشيط البحث العلمي وتشجيع العلماء والباحثين العرب في جميع أنحاء العالم. ولا يفوت الباحثة أن تتقدم بجزيل الشكر إلى القائمين على هذه المؤسسة لما بذلوه من جهد ومساندة لانجاز هذا العمل.

كما تأمل الباحثة أن يجد القارىء العربي في هذه الدراسة حافزاً لتحدي الافكار الجديدة والاستزادة من الدراسات الحديثة في مجال القياس الموضوعي للسلوك.

والله ولي التوفيق. د. أمينة محمد كاظم

فبراير ١٩٨٦

الفصل الأول
المشكلة

● مقدمة

عندما يبدأ الباحث في فهم إحدى الظواهر السلوكية، فانه يشرع في وضع الخطة المناسبة لاكتشاف العلاقة بين هذه الظاهرة وغيرها من الظواهر. وفي هذه الحال قد يكون أهم ما يجابه الباحث هو كيف يمكن تقدير هذه الظاهرة وقياسها؟ وما الأداة المناسبة لتحقيق هذا الهدف؟ وكيف يمكن بناؤها بحيث تعرف المستويات الممكنة من هذه الظاهرة؟ وكيف يمكن ان نفسر درجة استجابات الافراد على هذه الاداة، بحيث تحدد مستوياتهم المختلفة على هذا المتغير؟ وهل يكون ذلك بمقارنة الدرجة بمعيار مستوى الجماعة التي ينتمي اليها هؤلاء الأفراد، أو بمعيار المحك أو المستوى الذي ينبغي أن يصل اليه أداء الفرد، أو أن يقدر مستوى الأفراد بوحدة قياس مثل وحدات الطول، أو الوزن، او مثل وحدات الحرارة؟

في اطار المحاولة للاجابة على هذه التساؤلات كانت جهود علماء القياس تهدف الى التوصل الى الموضوعية، في تقدير الظواهر السلوكية. ولكن هل استطاعت تلك الجهود أن تبلغ هذا الهدف؟ أم أن الشوط لا يزال بعيدا؟ وما تلك المقاييس السلوكية الشائعة التي تمثل نتاج جهود هؤلاء العلماء ؟

في بحث سابق حول التفسيرات المتباينة لنتائج الاختبارات (امينة كاظم، ١٩٨١) كانت مناقشة نقدية لكل من:

المقاييس الجماعية ـ المرجع

وهي اكثر المقاييس السلوكية شيوعا وانتشارا. وتقوم هذه المقاييس على تقدير الفروق الفردية للأداء وهو الاهتمام المتعارف عليه للمقاييس النفسية، فقد بدأت حركة القياس النفسي مع تأكيدات داروين على الفروق بين الأفراد والتمييز بينهم.

وفي هذه المقاييس لا تكون لدرجة الفرد معنى ما لم ترد او تقارن بمعيار يعتمد على مستوى جماعة الاقران التي ينتمي اليها هذا الفرد. ويتمثل هذا المستوى بمتوسط درجات هذه الجماعة، وتتمثل المقارنة بمدى انحراف درجة الفرد عن هذا المتوسط، وبوساطة المعايير المحسوبة لدرجات المجموعة الاختبارية، التي ينتمي اليها هذا الفرد. ولا يخفى أن معيار الجماعة الذي تعتمد عليه هذه المقاييس في تفسير درجة الفرد هو معيار يتغير بتغير الجماعة، ولا بد من تفسيره في اطار تركيب الجماعة او تكوينها .

المقاييس المحكية - المرجع

عندما ظهر مفهوم التعلم من أجل الاتقان لم يعد الهدف هو التركيز أساسا على الفروق بين الأفراد والتمييز بينهم. وظهرت المناداة بالابتعاد عن شكل الناقوس الذي يميز التوزيع الاعتدالي الذي اعتمدت عليه المقاييس الجماعية - المرجع في التمييز بين الافراد على الأداء. وكانت الحجة في ذلك ان النشاط التربوي نشاط مقصود، يبذل بهدف أن يتقن الطلبة ما تعلموه، ولا ينبغي أن يخضع توزيع الأداء لما تخضع له المتغيرات الطبيعية كالوزن والطول. وبذا تركز الاهتمام حول المستوى الذي يصل اليه أداء الفرد، وتقدير اكتسابه أو تحصيله، وهو الاهتمام المتعارف عليه للمقاييس التربوية . وأصبحت الوسيلة مقارنة أداء الفرد بالنسبة لميزان أو محك يحدد حسب الأهداف الموضوعة للقياس وبصرف النظر عن مستوى الأقران. لهذا السبب سميت تلك المقاييس بالمقاييس المحكية - المرجع. وهنا تبدو مشكلة المحك ومن الذي يحدده وعلى أي اساس موضوعي يمكن تحديد مستوى هذا المحك؟

ولا يقتصر الاختلاف بين المقاييس الجماعية - المرجع والمقاييس المحكية - المرجع على هدف القياس فقط وإنما يتعدى هذا الى الإختلاف في بناء الاختبار نفسه. فهما يختلفان من حيث إختيار البنود ومستويات صعوباتها، ومن حيث شروط صدقها وثباتها ومعاييرها .

فأفضل البنود من وجهة النظر الجماعية - المرجع هي الأقدر على التمييز، وهي تلك التي يساوي فيها كل من معاملي سهولة البند وصعوبته المقدار (٥,). اما أسوؤها فتلك التي لا تستطيع أن تميز بين الأفراد، كأن يخفق في الإجابة عليها جميع الافراد، او أن ينجح في الاجابة عليها جميع الافراد .

أما من وجهة النظر المحكية ـ المرجع فأفضل البنود تلك الأقدر على قياس النمو، أو التحصيل، وهو البند الذي يكون مستوى سهولته، قبل البدء في البرنامج التربوي صفرا، أي لا يستطيع أحد من الأفراد الإجابة على السؤال قبل دراستهم للبرنامج، ثم يصبح معامل سهولة هذا البند واحدا صحيحا، بعد تعلم البرنامج حيث يستطيع جميع الأفراد الاجابة على هذا السؤال .

أما مفهومي الصدق والثبات، فهما من وجهة النظر الجماعية ـ المرجع يتعلقان بصدق الاختبار وثباته في التمييز بين مستويات الأفراد، في حين انهما من وجهة النظر المحكية ـ المرجع يتعلقان بصدق الاختبار وثباته في قياس الاكتساب والتحصيل لدى الأفراد .

من هنا يبدو مدى الخطر عندما تستخدم المقاييس المقننة بمفهوم القياس الجماعي ـ المرجع لتقدير النمو السلوكي للفرد، فانها لا تكون حساسة لهذا الغرض على الرغم من وجود نمو واكتساب. وبالمثل عندما تستخدم المقاييس المقننة بمفهوم القياس المحكي ـ المرجع لتقدير الفروق الفردية، فانها لا تكون حساسة لهذا الغرض على الرغم من وجود فروق بين الأفراد .

وعلى هذا فان كلْ نوع من هذه المقاييس يقتصر على الاهتمام بهدف واحد خاص من أهداف القياس لا يتعداها الى غيرها من الأهداف .

ولكن ما اهداف القياس السلوكي؟ وهل تقتصر هذه الأهداف على مجرد التمييز بين أداء الأفراد؟ أو على مجرد قياس النمو في اتجاه مستوى معين من الاداء؟

أهداف القياس السلوكي

عندما نحاول تحديد أهداف القياس السلوكي فمن الممكن تلخيصها فيما يأتي :

١ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لمستوى أداء أقرانه أو الجماعة التي ينتمي اليها . كأن يقدر مستوى أداء الطالب بالنسبة لمستوى فصله، أو الشعبة التي ينتمي اليها، أو بالنسبة لمستوى من هم في فئته العمرية نفسها. وهو الهدف الذي تسعى لتحقيقه المقاييس الجماعية ـ المرجع .

٢ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لمستوى الجماعات الأخرى التي لا ينتمي اليها هذا الفرد. كأن يقارن مستوى أدائه بأداء الافراد من الفئات العمرية المختلفة، أو من شعب دراسية مختلفة .

٣ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لأداء أي فرد من الجماعة التي ينتمي اليها، وبالنسبة لأي فرد ينتمي لأي جماعة أخرى .

٤ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لمحك أو مستوى معين من الأداء، كأن يقدر مستوى أداء الفرد بالنسبة للمستوى المتطلب للقبول في الكليات العسكرية، أو بالنسبة لمستوى الاتقان لأحد المقررات التي يدرسها الفرد. وهو الهدف الذي تسعى لتحقيقه المقاييس المحكية ـ المرجع .

٥ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لمستوى أدائه السابق .

٦ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لإمكانات ذاته، أي بالنسبة للمستوى المتوقع لأدائه .

٧ ـ تقدير مستوى أداء الفرد بالنسبة لمستوى طموحه، أي بالنسبة للمستوى الذي يود أن يصل اليه هذا الفرد .

٨ ـ تقدير مقدار النمو لصفة سلوكية معينة عبر فترة زمنية محددة. كأن يقدر معدل نمو القدرة اللغوية خلال ثلاث السنوات الأولى من عمر الطفل.

٩ ـ غير ذلك من أهداف قد لا نتطرق للتفكير في هذه المرحلة .

واذا كانت هناك محاولات لتحديد أو حصر أهداف القياس السلوكي والطرق المختلفة لتحقيقها، فإن أهداف القياس الفيزيائي تتبلور في تقدير الظاهرة موضوع القياس بطريقة واحدة تمكن الباحث من تحقيق ما يشاء من أهداف تتعلق بفهم هذه الظاهرة، أو التنبؤ بها، أو السيطرة عليها والتحكم في إحداثها أو ضبطها .

الموضوعية بين القياس السلوكي والقياس الفيزيائي

وحتى يمكن التوصل الى صورة القياس التي تمكن من تحقيق جميع أهداف القياس المحتملة، فينبغي ان يكون القياس موضوعيا، أى يكون الوصف الكمي للظاهرة موضوعيا. ولكي يكون القياس موضوعيا ينبغي ألا يتأثر باختلاف الاداة المستخدمة (طالما انها أداة قياس مناسبة). كما ينبغي ألا يتأثر أيضا بالعناصر التي استخدمت هذه الاداة في تقديرها، وأن تتدرج هذه الأداة بوحدة قياس مطلقة ثابتة تتوافق مع تدرج مستويات المتغير، موضوع القياس. وهذا ما نراه مألوفا في مجال الظواهر الفيزيائية، فالتقدير الكمي لوزن أحد الأجسام لا يتغير بتغير الميزان المستخدم أو بتغير الأجسام التي توزن بهذا الميزان، كما أن التقدير الكمي لا يختلف في المعنى اذا عبرنا عنه بوحدات الكيلو جرام، أو الرطل .

اما التوصل للموضوعية في القياس السلوكي، بوضعه الراهن فعلى الرغم من انه قد أرق العلماء من قديم الزمان الا أنه ينبغي أن نواجه الحقيقة بأن الأمر لا زال بعيدا، يبعث على الأرق، ولا يبعث على الاطمئنان. فلا تزال الظاهرة السلوكية، في قياسها، أو تقديرها، تعتمد على الأداة المستخدمة في القياس، وكذا على عينة الأفراد التي استخدمت هذه الاداة. وقد يزيد على ذلك الاعتماد على المحك، أو المستوى المراد التوصل إليه.

فاذا حددنا مستوى القدرة الرياضية لأحد الأفراد بأنه المقابل للمثيني التسعين مثلا، فينبغي أن نحدد الاختبار المستخدم، وكذا عينة التقنين، حتى يكون للقياس معنى ما.

اما اذا حددنا طول هذا الفرد نفسه بالمقدار (١٧٠ سم) فلا يهمنا أي مسطرة من مجموعة المساطر قد استخدمت في قياس هذا الطول. فعلى الرغم من اختلاف هذه المساطر في اللون والطول والنوع فإنها تشترك جميعا في تدريج للطول، لا يتأثر بهذه الصفات، وتستطيع جميعها أن تقدر طول هذا الفرد بالمقدار (١٧٠ سم). أما مستوى قدرة هذا الفرد، فهو يختلف باختلاف الاختبار المستخدم من مجموعة الاختبارات، التي تقيس هذه القدرة، والتي قد تختلف من حيث الصياغة ومستوى السهولة، وكذا الصدق والثبات وغير ذلك.. وكلها عوامل تؤثر في تقدير مستوى قدرة الفرد. وبالمثل فبينما يظل طول هذا الفرد ثابتا (١٧٠ سم) مهما إختلفت الجماعة التي ينتمي اليها، فان مستوى القدرة الرياضية لهذا الفرد يختلف باختلاف مستوى هذه الجماعة التي ينتسب إليها، أو باختلاف المستوى أو المحك الذي قد نهدف للتوصل اليه.

وقد قدمت الدراسة السابقة (أمينة كاظم، ١٩٨١) الى الدارسين باللغة العربية أحد الاتجاهات الجديدة في القياس التي تهدف الى حل مشكلة الموضوعية في القياس السلوكي ويحقق جميع اغراضه. وهو بذلك يقترب من المقاييس في العلوم الطبيعية التي تتميز بعدم تأثر نتائج القياس بالأداة المستخدمة ـ طالما أنها أداة مناسبة لتقدير الظاهرة ـ كما يكون تدرج الأداة بوحدات قياس متساوية، لا تعتمد، ولا تتأثر بالعناصر التي تقدر عندها الظاهرة. ويقوم هذا الاتجاه الجديد في القياس السلوكي على احد النماذج الرياضية، التي تعتمد على نظرية الاحتمالات. وقد افترض هذا النموذج وأرسى قواعده عالم الرياضيات الدانمركي جورج راش (Rasch)، كما طوعه للتطبيق العملي العالم الاميركي بن رايت (ben wright)، الذي كانت جهوده وابحاثه

في هذا المجال المراجع الاولى والمهمة للباحث، والمستخدم لهذا النموذج. ويعد هذا النموذج أهم ما يسمى بنماذج السمات الكامنة (Latent Trait Models). وقد أمكن بذلك التوصل الى مقاييس لا تعتمد مواصفات بنودها على توزيع أداء مجموعة الأفراد، التي أجرت الاختبار. كما أمكن تقدير أداء الفرد، بحيث لا يختلف باختلاف مجموعة البنود المستخدمة في الاختبار، وعبر عن هذا الأداء بوحدة تدريج متساوية. وفي الواقع لم يتعد تقديم تلك الدراسة السابقة لهذا الاتجاه الجديد ـ ضمن ما قدمته لباقي إتجاهات القياس الشائعة ـ الفكرة العامة، والخطوط العريضة للنموذج، ومدى فوائدة وتطبيقاته، ولم يصل هذا التقديم الى التفصيل في العرض والمناقشة .

● أهمية الدراسة

مما سبق تبدو الحاجة الى دراسة جديدة مفصلة حول مشكلة القياس الموضوعي للسلوك. وهي المشكلة التي أرقت بال العلماء في مجالي التربية وعلم النفس، دراسة جديدة تلقي ضوءا اكبر واهتماما أشد الى واحد من أهم اتجاهات القياس الموضوعي للسلوك في عصرنا الحديث، وهو نماذج السمات الكامنة بوجه عام ونموذج (راش) بوجه خاص .

● أهداف الدراسة

تقديم دراسة نقدية مفصلة حول القياس الموضوعى للسلوك يصل بنا إلى :

١ ـ توضيح مفصل لأحد الاتجاهات الجديدة في القياس الموضوعي للسلوك الذي يختص بأهم نماذج السمات الكامنة، وهو نموذج (راش) .
٢ ـ توضيح كيف يمكن التحقق من متطلبات الموضوعية في تفسير نتائج القياس بناء على نموذج (راش) .
٣ ـ مناقشة أهم التطبيقات العملية لنموذج (راش) فى مجال القياس السلوكى. وكيف يمكن الإستفادة من ذلك فى حل مشاكل القياس فى بيئاتنا العربية
٤ ـ تقديم مناقشة نقدية حول استخدام نموذج (راش) في تفسير نتائج القياس .

● تحديد المشكلة

من الممكن تحديد المشكلة في صورة أسئلة تهدف الدراسة للاجابة عليها:

١ ـ ما مفهوم القياس الموضوعي للسلوك؟

٢ ـ ما متطلبات القياس الموضوعي للسلوك؟
٣ ـ ما مدى تحقيق الطرق الشائعة للقياس السلوكي لمتطلبات القياس الموضوعي؟
٤ ـ ما الاتجاه الجديد الذى يمكن به تحقيق متطلبات القياس الموضوعى للسلوك؟
٥ ـ كيف يمكن التحقق من توفر متطلبات القياس الموضوعي في نتائج القياس باستخدام نموذج (راش) .
٦ ـ ما مدى الاستفادة العملية والتطبيقية لنموذج (راش) في مجال القياس السلوكي وخاصة فى بيئاتنا العربية ؟
٧ ـ ما أهم أوجه النقد التي يمكن ان توجه لاستخدام نموذج (راش) في تفسير نتائج القياس؟

الفصل الثاني
القياس الموضوعي للسلوك

تناقش هذه الدراسة في هذا الفصل بعض مشكلات القياس السلوكي المهمة وتوضح كيف ينبغي أن تتحرر درجة الفرد من التقيد باختبار معين. وتصل المناقشة إلى تحديد لمتطلبات القياس الموضوعي للسلوك. وهنا تبرز الحاجة الى نظرية جديدة في القياس السلوكي، يمكن بها تحقيق تلك المتطلبات.

● مشكلات القياس السلوكي

تبدأ المناقشة بتصوير مشكلتين مهمتين من مشكلات القياس السلوكي. وتتعلق هاتان المشكلتان بدرجات الأفراد في الاختبارات المختلفة التي تمثل متغيرا ما من المتغيرات السلوكية، كتعبير عن مستوى أداء هؤلاء الأفراد على هذا المتغير.

تصور الأولى كيف أن الدرجات الكلية في تقديرها لقياس الأفراد تتقيد ببنود الاختبار الذي يؤديه الفرد. وتناقش كيف ينبغي أن نحررها من التقيد ببنود معينة، قبل استخدامها أساسا للقياس. ويكون هذا التحرر بتحقيق التوافق بين تدرج الدرجات الكلية للأفراد ومميزات تدرج أي بنود مناسبة يمكن استخدامها. وتبدو هذه الفكرة بوضوح في حالة القياس الفيزيائي، فعندما يتوافق تدرج مجموعة من العناصر على متغير ما مع مميزات التدرج لمجموعة من الأدوات المناسبة، فإن الدلالة الكمية لأي عنصر من هذه العناصر لا يختلف باختلاف أي أداة تستخدم من هذه الأدوات المناسبة. فلن تختلف الدلالة الكمية لطول قطعة من القماش اذا استخدمنا في قياسها أي أداة مناسبة لقياس طولها (مسطرة خشبية ـ مسطرة بلاستيك ـ شريط مدرج . . .) كما لا تختلف ايضا تلك الدلالة الكمية باختلاف وحدات القياس المستخدمة (المتر أو الياردة).

وبالرغم مما سبق فقد تختلف الأدوات المناسبة لتقدير مجموعة من العناصر على

أحد المتغيرات عن تلك المناسبة لتقدير مجموعة أخرى من العناصر على هذا المتغير نفسه ويبدو هذا الاختلاف بين تلك الأدوات في:

أ ـ مستوى التدرج الذي تبلغه الأداة لتصل الى مستوى الدلالة الكمية لمجموعة العناصر على هذا المتغير.

ب ـ مدى الاتساع الذي يغطيه تدرج الأداة ليشمل المستويات المختلفة لمجموعة هذه العناصر على هذا المتغير.

جـ ـ مضاعفة وحدة تدريج الأداة او تجزئتها بما يناسب تقديرات هذه المجموعة من العناصر.

ومن الممكن ضرب الامثلة من القياس الفيزيائي حيث:

- تختلف الأدوات من حيث مناسبتها لقياس الطول، تبعا لتوافقها مع تدرج أطوال المجموعات المختلفة من العناصر. وتبدأ تلك الأدوات من تلك التى تتوافق مع أطوال العناصر الدقيقة مثل أى أداة تشبه الميكروميتر، وتكون وحداتها أجزاء من البوصة أو السنتيمتر، الى تلك الأدوات التي تتوافق مع أطوال مجموعة من العناصر، كالقلم الرصاص مثلا، حيث تستخدم أي نوع من أنواع المساطر القصيرة، وتكون وحداتها المستخدمة هي البوصة أو السنتيمتر، إلى تلك الأدوات التي تتوافق مع تقدير أطوال قطع من القماش، حيث تستخدم أي مسطرة طويلة أو أي شريط مدرج، ويكون تقدير الطول في هذه الحالة باستخدام وحدات الياردة أو المتر، وهكذا حتى نصل إلى تلك الأدوات التي تتوافق مع أطوال المسافات، والتي تتراوح وحدات تقديرها من الياردة والمتر الى الميل والكيلومتر.

- تختلف الأدوات من حيث مناسبتها لقياس درجة الحرارة تبعا لتوافقها مع تدريجات الحرارة للمجموعات المختلفة من العناصر (مثال الترمومترات الطبية، والترمومترات العلمية).

- تختلف الموازين من حيث مناسبتها لقياس الوزن تبعا لتوافقها مع تدرج أوزان المجموعات المختلفة من الاجسام، (مثال انواع الموازين الدقيقة للمعادن النفيسة، وأنواع الموازين القباني التي تزن بالات القطن).

وعندما يتحقق التوافق بين تدرج الأدوات المستخدمة وتدرج العناصر المقاسة فإن الدلالة الكمية لأى عنصر منها على المتغير موضوع القياس لا تختلف

باختلاف الأداة، حتى لو إختلفت وحدات القياس المستخدمة حيث يمكن عندئذ إجراء التحويلات اللازمة بين هذه الوحدات. **وبهذا يتضح معنى تحرر القياس من مجموعة الأدوات المناسبة لتقدير أي مجموعة من العناصر على أحد المتغيرات.**

وتصور المشكلة الثانية كيف أن درجات الاختبار لا تحدد مواضع القياس على متصل المتغير بصورة خطية، وأنه ينبغي تحويل درجات الاختبار الى مقاييس خطية قبل دراسة النمو السلوكي للفرد، أو المقارنة بين سلوك الافراد والمجموعات، وذلك لأن المقاييس الخطية توفر وحدات قياس متساوية على مدى المستويات المختلفة من المتغير موضوع القياس.

المشكلة الأولى حول إتخاذ الدرجة الكلية أساسا للقياس

من الواضح أن التقدير الكمي لأي عنصر من العناصر على أحد المتغيرات يكون بملاحظة العلاقة بين هذا العنصر والأداة أو الوسيلة، التي تصمم خصيصا لتوضيح الدلالات الكمية المختلفة لمجموعة العناصر التي ينتمي اليها هذا العنصر على هذا المتغير. فاذا كنا بصدد تقدير وزن جسم ما، فاننا نلاحظ العلاقة بين هذا الجسم وأي أداة مناسبة لتقدير وزنه. وكما سبق أن ذكرنا، فلن تختلف الدلالة الكمية لوزن هذا الجسم باختلاف الأداة المستخدمة، او باختلاف وحدات الوزن (الكيلو جرام او الرطل..) طالما أن وزن هذا الجسم يتوافق مع تدرج هذه الأداة. كما أن الأداة المستخدمة (الميزان) ووحداتها لن تتأثر بالاجسام التي تقوم بقياس أوزانها. ولا تتسم الدلالة الكمية لوزن الجسم بالدقة تماما، بل تكون هي أقرب التقديرات التي يمكن أن تصل اليها هذه الأداة في تقديرها لوزن هذا الجسم. وتتراوح القيمة الحقيقية لهذا الوزن بين مدى معين على جانبي هذا التقدير، أي تقل أو تزيد عنه.

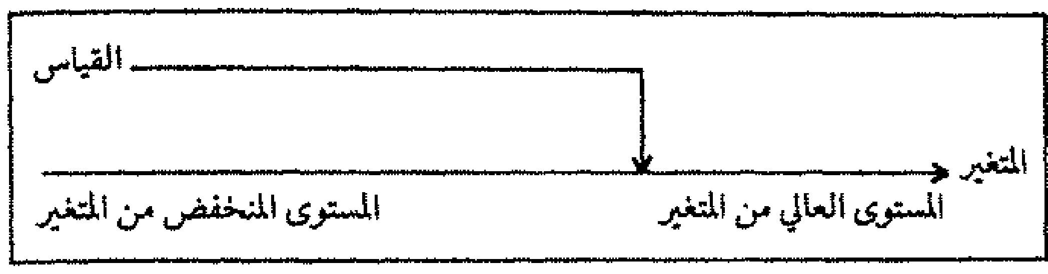
بالمثل إذا أردنا تقدير مستوى القدرة العقلية لفرد ما فاننا نلاحظ نتيجة تفاعل قدرة هذا الفرد مع أداة قياس مناسبة (إختبار مناسب). ويبدو هذا التفاعل بين قدرة الفرد وبنود هذا الاختبار في صورة إستجابة ملاحظة. ويكون مجموع إستجاباته الصحيحة على بنود الاختبار ـ كما يعبر عنها بالدرجة الكلية للفرد ـ مؤشرا لمستوى الفرد على هذا المتغير.

وستبدأ المناقشة بتصوير لمفهوم القياس الموضوعي للسلوك، متضمنة اربع نقاط هي :

- التعريف الاجرائي للمتغير.
- تحديد موضع الفرد على المتغير.
- نمط الاستجابة المناسب.
- توافق تدرج الافراد، مع مميزات تدرج البنود .

تصوير القياس

عندما نستطيع التعبير عن متغير ما بوساطة خط مستقيم، فانه يمكن تصوير القياس كنقطة على هذا المستقيم .



شكل(١)

قياس احد العناصر على متغير ما

بناء على هذا التصور فاذا اختبرنا فردا معينا فان الهدف هو تقدير مكانه على ذلك المستقيم ، الذي يمثل مضمون الاختبار المستخدم . هذا الاختبار الذي ينبغي ان يبنى أولا بحيث تكون بين وحداته علاقة متدرجة محددة، تعرف مستقيما يمثل تدرج المتغير موضوع القياس. كما ينبغي أيضا ايجاد الوسيلة لتحويل أداء الفرد على الأختبار إلى موضع على المستقيم .

وعلى هذا يكون الهدف هو كيف يمكن ان تحدد بنود الاختبار خطا مستقيما؟ وكيف تستخدم استجابات الافراد على هذه البنود لتحديد مواضعهم على هذا المستقيم ؟

من الممكن تصور أربعة شروط ينبغي توفرها قبل أن تستخدم الدرجات

الكلية للأفراد على الاختبارات كأساس او كدالة لتقدير مستوى أدائهم على المتغير موضوع القياس، يمكن تلخيصها فيما يأتي:

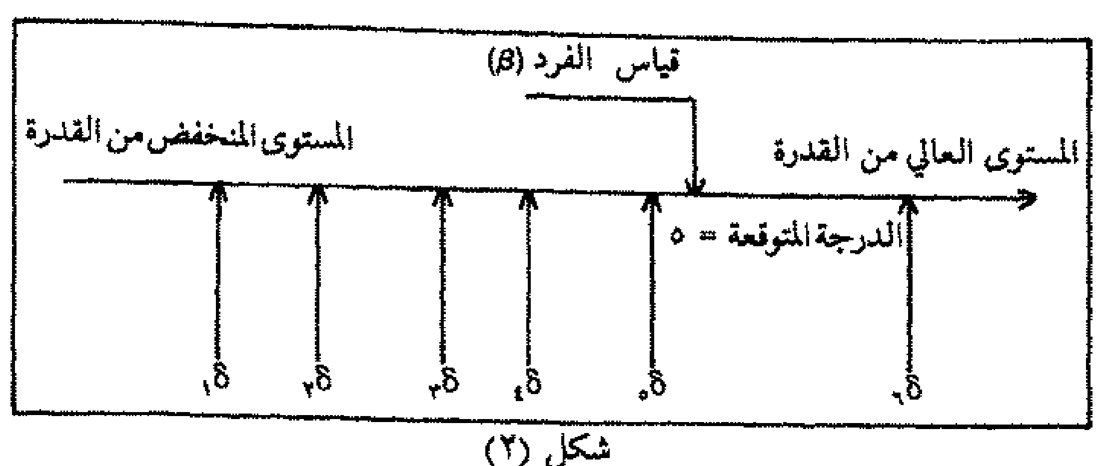
١ ـ أن تكون البنود المكونة للاختبار هي التعريف الإجرائي للمتغير موضوع الدراسة .
٢ ـ أن تتسق استجابات الافراد ـ المناسبين ـ على هذه البنود مع مفهوم تدرج الصفة، التي نحن بصدد قياسها، (وهذا يعتمد على صدق تدرج البنود).
٣ ـ أن يتسق نمط استجابات الأفراد مع توقعاتنا حسب ترتيب صعوبة البنود، (وهذا يعتمد على صدق استجابات الأفراد) .
٤ ـ توافق درجات الأفراد المناسبين مع مميزات تدرج بنود الاختبار. وهذا التوافق ينبغي أن يحول الدرجات المرتبطة بالاختبار الى قياس لأداء الفرد متحرر من هذا الارتباط .

فإذا توفرت هذه الشروط السابقة فإن الدلالة الكمية لأداء الفرد، لا تختلف باختلاف الاختبار المستخدم أو مجموعة البنود المستخدمة.

أ ـ التعريف الاجرائي للمتغير

لكي يعرف أحد الاختبارات متغيرا من متغيرات القدرة العقلية، فينبغي أن تشترك البنود المكونة لهذا الاختبار في تكوين المستقيم المطلوب، الذي يمثل هذا المتغير. ويمكن تصوير هذا المستقيم، وتحديد اتجاهه نحو تزايد القدرة بسهم يكون طرفه الأيسر معبرا عن المستوى المنخفض من القدرة وطرفه الأيمن معبرا عن المستوى الأعلي من القدرة، ويعرف معنى هذا السهم بوساطة بنود الاختبار. فاذا استخدمنا الرموز $\delta_{١}$، $\delta_{٢}$، $\delta_{٣}$، $\delta_{٤}$ . . . . لتمثل مستويات الصعوبة للبنود فان كل (δ_i) تحدد مكان احد البنود على المستقيم . وهذه الرموز (δ) هي تدريجات البنود على مدى المتغير. **وهذه البنود المدرجة هي التعريف الاجرائي لما يقيسه المتغير**

وتحدد البنود الصعبة التي تتحدى الأفراد الأكثر قدرة الطرف الاعلى (الأيمن) من المستقيم، في حين تحدد البنود السهلة التي يؤديها بنجاح الافراد الاقل قدرة الطرف المنخفض (الايسر) من المستقيم. والشكل الآتي يوضح أحد المتغيرات، كما يعرف او يحدد بوساطة مجموعة من البنود الممتدة على مدى طوله .



شكل (٢)
تعريف متغير بوساطة ستة بنود

ويبدأ المتغير كفكرة عامة عما نريد ان نقيسه. وتجسم هذه الفكرة العامة بوساطة كتابة بنود الإختبار، التي تصير علامات منتقاة للمتغير المراد تحديده لسلوك الأفراد. وتصبح بنود الإختبار هذه **التعريف الاجرائي للمتغير**.

ان حنكة واضع الاختبار واتخاذ الحرص عند تكوين بنوده ليس بالامر الكافي بل ينبغي جمع الأدلة والشواهد على أن هذا المتغير يعرف حقيقة ببنود هذا الاختبار. لذا ينبغي إعطاء الاختبار لأفراد مناسبين، وتحليل انماط الاستجابات الناتجة، لكي نرى ما إذا كانت بنود الاختبار تتدرج وتتلاءم مع بعضها بصورة تجعل استجابات الأفراد عليها تعريفا حقيقيا لهذا المتغير. (Wright & Stone, 1979, p.2)

ب ـ تحديد موضع الفرد على المتغير (صدق تدرج بنود الاختبار)

يعتمد تحديد مكان الأفراد على متغير ما، أول ما يعتمد، على إختبارهم ببعض البنود التي تتدرج وتتلاءم مع بعضها بحيث تعرف هذا المتغير. ثم يحدد بعد ذلك ما إذا كانت استجاباتهم تؤدي الى وضع على المستقيم. فاذا كان الرمز β يعبر عن مستوى فرد ما على أحد المتغيرات، وليكن مستوى قدرته، فان β تحدد موضعه على المستقيم، الذي يعرف هذا المتغير.

ويتضح من الشكل (٢) إن قياس الفرد الذي رمز له بالرمز β يضع هذا الفرد فوق أسهل خمسة بنود ودون أصعب بند. فعندما يؤدي هذا الفرد إختبارا مكونا من هذه البنود الستة، فان اكبر احتمال لدرجته على الاختبار تكون خمسة حيث من

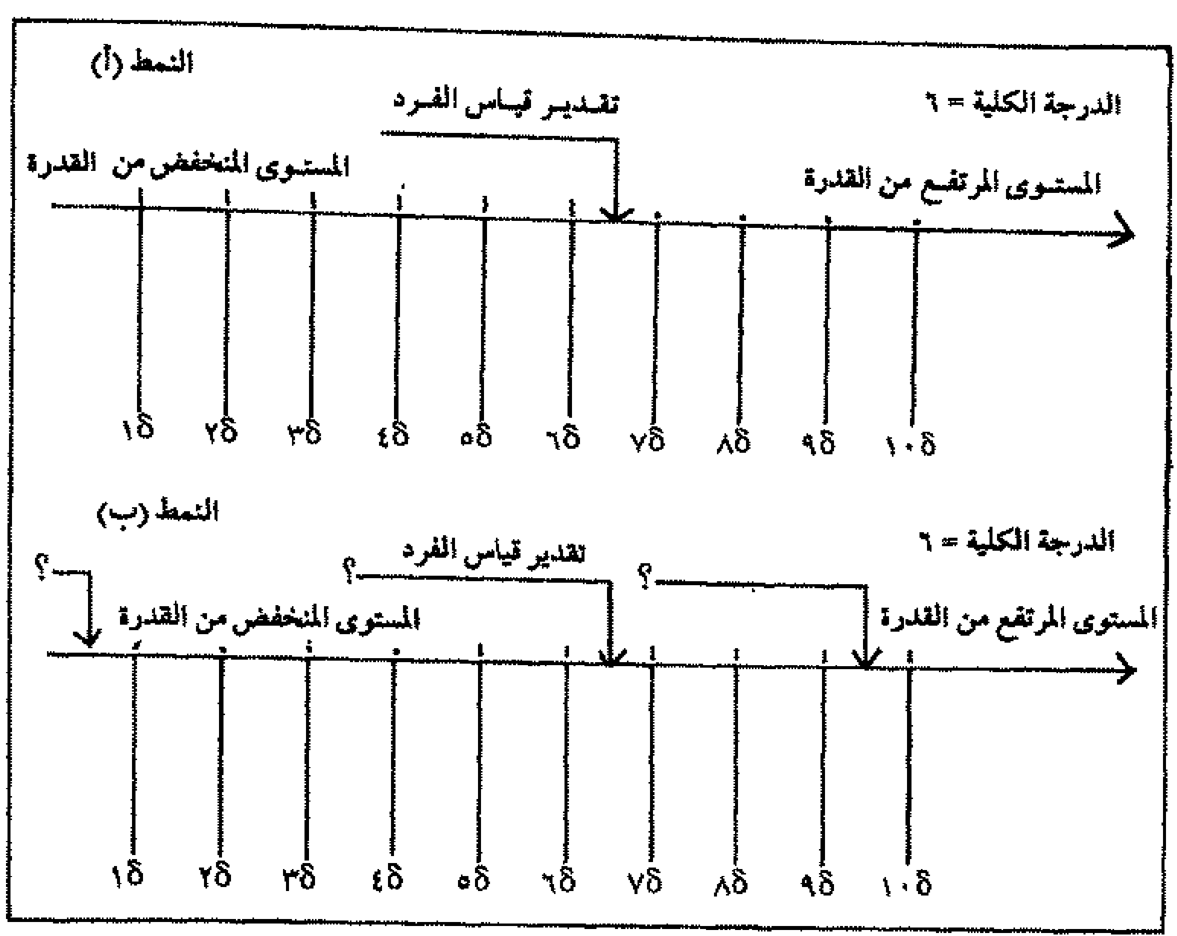
المتوقع أن يجيب هذا الفرد صوابا على خمسة البنود السهلة ، ويخطيء في الاجابة على البند السادس وهو الأصعب .

ويرى رايت وستون (Wright & Stone) ان هذه الملاحظة مهمة جدا فوق ما يبدو، لأنها الأساس لكل نظرياتها في تقدير قياس الأفراد من درجات الاختبار (المرجع السابق ص٢). فعندما نريد أن نعرف مكان الأفراد بالنسبة لمتغير ما فاننا نحصل على استجاباتهم على بعض البنود التي تعرف هذا المتغير تعريفا صادقا والذي يعتمد بدوره على صدق تدرج هذه البنود. **عندئذ يكون المكان الوحيد المعقول لتقدير مكانهم من هذه البيانات ، هو في المسافة التي عندها تتغير استجاباتهم من كونها صوابا على الأغلب على البنود السهلة ، الى كونها خطأ على الأغلب على البنود الصعبة .**

جـ ـ نمط الاستجابة المناسبة (صدق استجابة الافراد)

يرى (Wright and Stone, 1979,P.2) ، أنه قبل أن نعتمد في تقديرنا لقدرات الأفراد على درجاتهم على إختبار ما ، ينبغي أولا أن نفحص نمط استجاباتهم على هذا الاختبار ، ونرى مدى تمشي هذه الاستجابات مع توقعاتنا . فاذا كانت البنود المستخدمة في اختبار الفرد مدرجة على المتغير من السهل إلى الصعب ، فإننا نتوقع ان يكون نمط إستجابات الأفراد متمشيا مع ترتيب صعوبة هذه البنود على مدى المتغير. اي أننا نتوقع من الأفراد أن ينجحوا على البنود التي تعد سهلة بالنسبة لهم ، وأن يخفقوا في الإجابة على البنود التي تعد صعبة بالنسبة لهم .

وقد أوضح (المرجع السابق ، ص٣) نمطين من أنماط الاستجابة ، أولهما يتمشى مع ترتيب صعوبة البنود على مدى المتغير، والنمط الثاني لا يتمشى مع هذا الترتيب أي يخالف ما يتوقع ، وعندئذ لا يمكن أن نصل إلى تقدير صحيح لمستوى الفرد على هذا المتغير. والشكل الآتي (رقم ٣) يوضح هذين النمطين على إختبار واحد مكون من عشرة بنود، حيث حدد مكان كل بند من هذه البنود العشرة على متصل المتغير، تبعا لمستوى صعوبتها . وقد سجل كل نمط من نمطي الاستجابة على الخط الممثل للمتغير، حيث تدل الدرجة واحد على الإجابة الصواب ، ويدل الصفر على الاجابة الخطأ. ويؤدي كل من النمطين إلى الدرجة الكلية ٦ .



شكل (٣)

صدق نمط الاستجابة

الدرجة الكلية : مجموع الإجابات الصواب
صفـر : الإجابة الخاطئة .
واحـد : الإجابة الصواب .

ويلاحظ في حالة النمط (أ) أن إستجابات الفرد على البنود الستة السهلة كانت صوابا، واستجابات الفرد على البنود الأربعة الصعبة كانت خاطئة . عندئذ لا يمكن ان يكون موضع القياس لهذا الفرد إلا في المسافة فوق $\delta_{٦}$ وقبل $\delta_{٧}$ ، حيث $\delta_{٦}$ هو أصعب بند أجاب عليه الفرد صوابا، و$\delta_{٧}$ هو أسهل بند اجاب عليه خطأ .

أما في حالة النمط (ب)، فمن الصعب جدا أن يحدث توافق بينه وبين

مضمون الدرجة ٦، فقد أجاب هذا الفرد صوابا على أصعب ستة بنود، بينما أخفق في الاجابة على أسهل أربعة بنود. فإذا حاولنا ان نضع هـذا الفرد فوق δ_{10}، وهو أصعب بند أجاب عليه صوابا، فكيف اذن اجاب خطأ على البنود الاربعة السهلة. واذا حاولنا ان نضعه دون δ_{1}، وهو أسهل بند، أجاب عليه خطأ فكيف تفسر إجابته الصواب على البنود الستة الصعبة. وهكذ الحال بالنسبة لأي موضع آخر على متصل المتغير. فإذا حددنا موضع الفرد بين δ_{6}، δ_{7} ليعبر عن الدرجة الكلية ٦، فإن هذا أيضا يكون غير مقنع كقياس للفرد، الذي يستجيب على البنود، بمثل هـذا النمط (ب). فهـذا النمط من الاستجابات لا يتسق مع المتغير المعرف بهذه البنود. هنا نصل إلى وجود خطأ ما، فإما أن تكون هذه البنود غير مدرجة بصورة صحيحة، وإما أن هذا الفرد يجيب عليها بصورة لا نتوقعها، وعلى هذا، فليس هناك قياس صحيح للفرد، يمكن الوصول إليه من هذا النمط (ب).

وتبدو أهمية هـذا المثال (النمط ب) في توضيح أهمية التأكد من صدق نمط الاستجابة لكل فرد من الأفراد قبل استخدام الدرجات الكلية، كدالة لتقدير قياسهم. فاذا أنشأنا مجموعة من البنود، التي تعرف أحد المتغيرات بصورة صادقة، ثم تأكدنا من صدق ترتيب هذه البنود، بوساطة عدد كاف من الأفراد المناسبين، فإن معظم أنماط استجابات هؤلاء الأفراد يكون تقريبا من النمط الأول (أ). ولكن، فإن امكانية حدوث نمط يقترب من فكرة النمط (ب) يدعونا إلى ضرورة الفحص والتأكد من صدق نمط الاستجابة روتينيا لكل فرد من الأفراد، قبل التسليم بتقدير قياسهم من درجاتهم على الاختبار.

د ـ توافق تدرج الأفراد على المتغير مع مميزات تدرج البنود

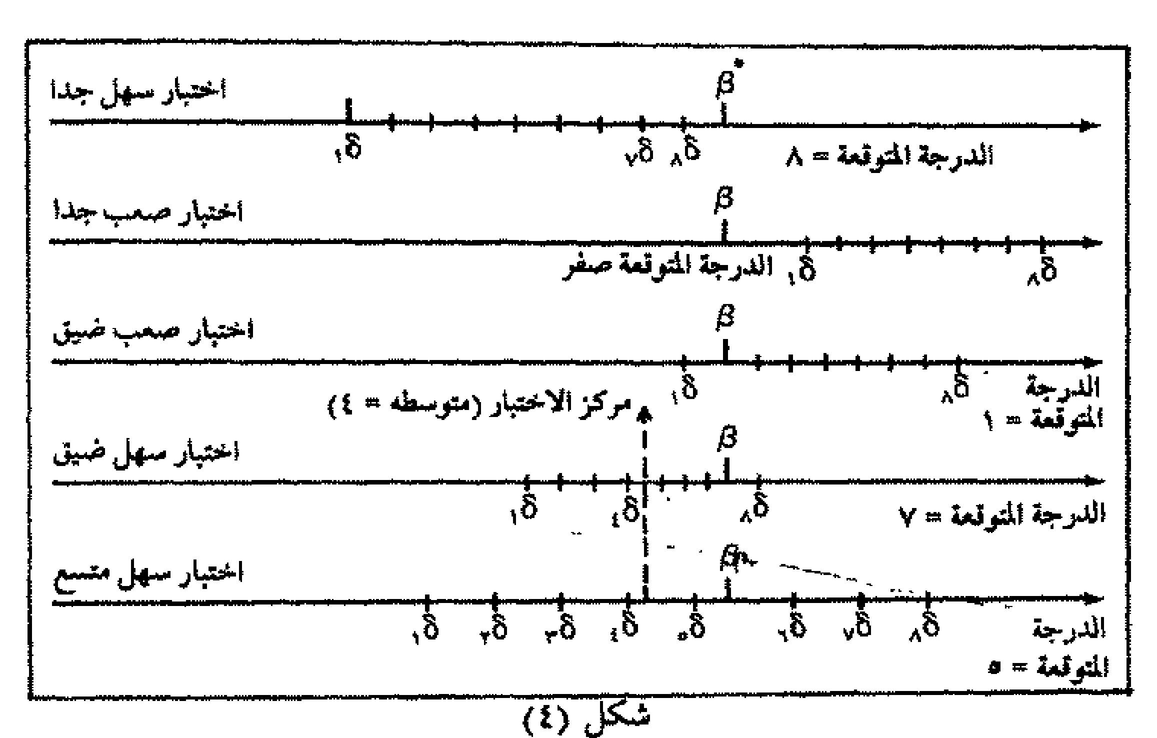
تهدف درجة الفرد على إختبار ما إلى تحديد وضعه على متغير سبق تعريفه بواسطة بنود هذا الاختبار، الذي أداه هذا الفرد. وغالبا ما يكون تحديد وضع الفرد على المتغير إما بوساطة درجة الفرد ذاتها، أو ببعض الدوال الخطية للدرجة، حيث من المسلم به أن الدرجة أو تدريجها المكافىء تخبرنا بشيء ما، عن مستوى الفرد المختبر. كما يسلم أيضا أن هذه الدرجات تكون مناسبة للقيام بالحساب اللازم لدراسة النمو أو للمقارنة بين الأفراد والمجموعات.

ولكن هل تتميز درجات الاختبار بوضعها الشائع الراهن بالخواص اللازمة، التي تجعل من المعقول استخدامها بتلك الكيفية؟

ــــ تأثر درجة الفرد بمستوى صعوبة البنود ومداها

أوضحت المناقشات السابقة أنه ، لكي يكون لدرجات الاختبار معنى ، فينبغي التأكد من صدق استجابات الأفراد وصدق البنود في تعريفها للمتغير موضوع القياس . ويتحقق هذا عندما يتسق نمط استجابة الأفراد مع تدرج بنود الاختبار (نمط أ) . ولكن هناك عوامل أخرى هامة قد تؤثر على درجة الفرد على الاختبار وتتعلق بمستوى ومدى صعوبة البنود المكونة له . وقد توضح المناقشة الآتية وتبين كيف تتأثر درجات الاختبار بمستوى صعوبة البنود وتشتتها؟

باستخدام الشكل الآتي (رقم ٤) نبين ما أوضحه رايت، وستون (Wright& Stone, 1977, P.5) لما يحدث عندما يؤدي أحد الأفراد، خمسة اختبارات تقيس المتغير نفسه . وتتكون كل منها من ثمانية بنود، لكنها تختلف في مستوى صعوبة تلك البنود، وفي مداها . وقد حددت هذه البنود على الخط الممثل للمتغير في كل إختبار .



شكل (٤)

إعتماد درجة الفرد على مستوى صعوبة بنود الاختبار ومدى تشتتها

* β قدرة الفرد

كما حدد مكان قدرة الفرد ولتكن β على كل مستقيم من المستقيمات التي تمثل المتغير، وذلك لكل اختبار من هذه الاختبارات. وعلى الرغم من اختلاف وضع كل اختبار على هذا المتغير، تبعا لصعوبة بنوده، إلا أن وضع الفرد على متصل المتغير يكون ثابتا. ويوضح الشكل (٤) الدرجات المختلفة التي نتوقعها لهذا الفرد على تلك الاختبارات الخمسة.

- أول هذه الاختبارات أسهلها، ويتكون من بنود سهلة جدا بالنسبة لهذا الفرد، الذي نتوقع له الحصول على الدرجة ثمانية من هذا الاختبار.
- ثاني هذه الاختبارات أصعبها، ويتكون من بنود غاية في الصعوبة بالنسبة لهذا الفرد، الذي نتوقع له عندئذ الحصول على الدرجة صفر على هذا الاختبار.
- اما الاختبار الثالث فهو إختبار ضيق من حيث مدى القدرة، وصعب من حيث مستواها، فهناك سبعة بنود فوق قدرة الفرد، وواحد أقل منها. وفي هذه الحالة تكون الدرجة التي نتوقعها لهذا الفرد على هذا الاختبار هي الدرجة (واحد).
- أما الإختبار الرابع فهو إختبار ضيق المدى، سهل المستوى، حيث هناك سبعة بنود أقل من مستوى قدرة الفرد، في حين ان هناك بنداً واحداً فوق مستوى هذا الفرد. في هذه الحالة تكون الدرجة التي نتوقعها لهذا الفرد هي سبعة.
- أما الاختبار الخامس، فهو سهل المستوى، متسع المدى، حيث هناك خمسة بنود أقل من قدرة الفرد. ومع أن بنود هذا الاختبار تتمركز عند الموضع نفسه على المتغير، مثل الاختبار الضيق السهل - حيث لهما متوسط الصعوبة نفسه - إلا أنه بسبب هذا الاتساع الكبير في مدى صعوبة البنود، فنحن نتوقع لهذا الفرد خمس درجات على هذا الاختبار.

مما سبق، يبدو أن لهذا الفرد الواحد خمس درجات مختلفة متوقعة: هي ثمانية، صفر، واحد، سبعة، خمسة، مما يعطي المعنى أن لهذا الفرد خمسة مستويات مختلفة من القدرة على الرغم من معرفتنا أن قدرة الفرد لم تتغير. من هنا يتضح أن درجة الفرد على الإختبار تعتمد على خواص ومميزات بنود الإختبار، كما تعتمد على قدرة الفرد الذي يؤدي الإختبار.

ويلاحظ في الحالتين: تلك التي يحصل فيها الأفراد على درجة الصفر - حيث تكون الإجابة خطأ على جميع بنود الاختبار - وتلك التي يحصل فيها الأفراد على الدرجة الكاملة - حيث تكون الإجابة صوابا على جميع بنود الاختبار - فإننا لا

نستطيع ان نستقر على تقدير نهائي لقدرة الأفراد. حيث يكون هؤلاء الأفراد إما أقل وإما أعلى من مستوى الاختبار، وينبغي في هذه الحال أن نجد الاختبارات التي تكون مناسبة لقدراتهم. وقد يكون هناك ميل الى تفسير الدرجات التامه بالتمكن الكامل. ولكن ما لم يكن الاختبار قد تضمن فعلا أصعب البنود التي يمكن كتابتها لتعريف هذا المتغير، تكون هناك دائما إمكانية وجود بنود أخرى اصعب مستوى، قد تؤدي إلى إجابات خاطئة حتى لهذا الفرد الذي حصل على الدرجة التامة. بل قد تكون الدرجة التامة للفرد على إختبار غاية في السهولة، تناظر المستوى المتوسط من القدرة.

وهكذا فان إعتماد درجات الاختبار على صعوبة البنود مشكلة يألفها معظم مستخدمي الإختبارات حيث يدرك هؤلاء أن ٥٠٪ من الإجابات الصواب على إختبار سهل لا تعني ٥٠٪ من الإجابات الصواب على اختبار أصعب. كما أن ٧٥٪ من الإجابات الصواب على اختبار ضيق المدى لا تعني بالضرورة ما تعنيه ٧٥٪ من الإجابات الصواب على اختبار واسع المدى.

وعلى هذا فما دام تفسير درجة الفرد يعتمد على ما تتميز به بنود الاختبار، فإنه ينبغي قبل تحديد قدرة الفرد من درجته على إختبار ما ان تتوافق درجات الافراد المناسبين، مع تأثيرات البنود المعينة المكونة لهذا الاختبار، على ان يكون هذا التوافق قادراً على تحويل الدرجات المقيدة بالاختبار test-bound scores إلى قياس لقدرة الفرد، يكون مستقلا عن الاختبار test-free بمعنى ان يكون من الممكن استخدام اي مجموعة اخرى من البنود المناسبة لقياس المتغير، ويكون لذلك الدلالة الكمية نفسها للقياس. (Wright and Stone, 1977, P.6)

المشكلة الثانية : حول درجات الاختبار وعدم خطية القياس

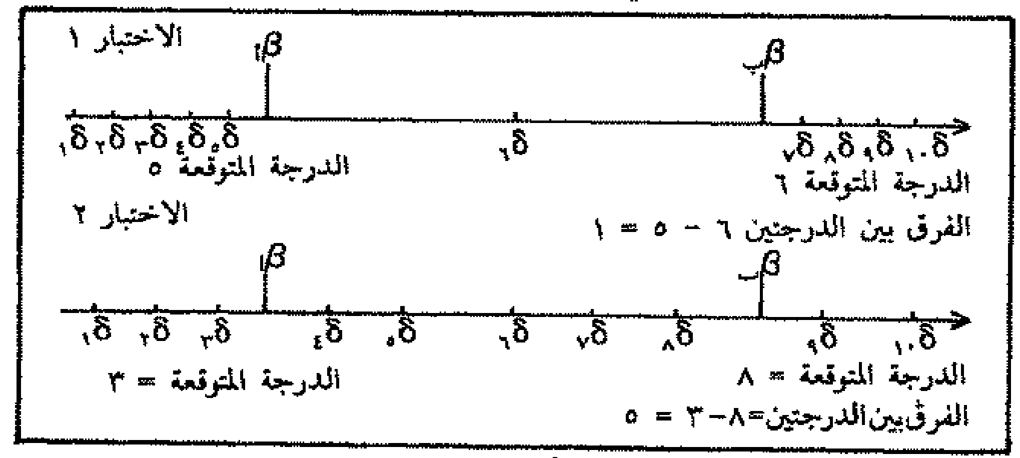
ونعني بخطية القياس أن يكون هناك معدل ثابت لتدرج القياس، وذلك على المدى الواسع، من متصل المتغير موضوع القياس. ويتمثل هذا المعدل الثابت بواسطة وحدة قياس ثابتة، وهو ما تتميز به مقاييس الظواهر الفيزيائية. وفي هذه الحالة، فعند اي مستوى من مستويات المتغير، يكون تقدير الفرق بين أي قياسين متتاليين على هذا التدريج ثابتا. ولا يتغير الفرق بين أي قياسين على هذا التدريج، بتغير الأداة المستخدمة طالما أنها أداة مناسبة، تتمتع بوحدة قياس ثابتة. وفي هذه الحالة أيضا، لا يختلف المعنى الكمي لأي فرق محدد بين أي قياسين عبر المدى الممتد

لمتصل المتغير. فالفرق المقدر بعشر درجات من درجات الحرارة المئوية لا يختلف في المعنى الكمي، سواء كان هذا الفرق بين الدرجتين ٢٠، ١٠ أو بين الدرجتين ٤٥، ٣٥.

وعندما تتوفر الخطية في القياس، يتيح توفرها تقدير التغير الحادث في الظاهرة، موضوع الدراسة، كما يتيح أيضا عمل المقارنات المختلفة التي يهتم بها الباحث.

أما في حالة القياس السلوكي، فلا تستطيع درجات الاختبار بوضعها الشائع الراهن أن تعطي أي قياسات خطية؛ لذا فقد أدى استخدام تلك الدرجات ومعالجتها بعمليات الحساب البسيطة في عمليات القياس المختلفة كقياس النمو، أو المقارنة بين المجموعات وقياس الارتباط والانحدار... إلى كثير من الخلط. فعلى الرغم من أن في إمكان هذه الدرجات ترتيب مستويات الأفراد، إلا أنها لا تستطيع ان تقدر المسافات بين هذه المستويات بطريقة مقنعة. فاعتماد درجات الأفراد على بنود الاختبار قد يؤدي إلى اختلاف المسافة بين كل درجتين متتاليتين. ويؤدي هذا إلى اختلاف المعنى الكمي لأي فرق محدد عبر مدى درجات الاختبار. فالفرق المقدر بثلاث درجات على اختبار للقدرة العقلية مثلا، قد يعبر عن تغير أكبر في القدرة عند المستويات المتطرفة (العالية / المنخفضة) عنه عند المستويات الوسطى من الاختبار.

وعندما يقارن بين مستوى فردين (أ، ب) على متغير قدرة ما، فإن عدم خطية القياس تؤدي إلى اختلاف الفرق بين درجتي القدرة لهذين الفردين، باختلاف الاختبار المستخدم، حتى لو تساويا في متوسط صعوبة البنود، ومدى القياس الذي يصل إليه، والشكل الآتي يوضح هذه الفكرة.



شكل (٥)
عدم خطية القياس

فإذا كان التقدير الخاص بقدرة الفردين (أ، ب) هما βأ، βب على متغير القدرة، وإذا أدى كل من هذين الفردين الاختبارين (١)، (٢) اللذين يعرفا هذا المتغير، فإن موضعي كل من هذين الفردين على المتغير يكونا ثابتين، ومن ثم تكون المسافة بينهما ثابتة على هذا المتغير، كما يتمثل بكل اختبار من هذين الاختبارين. ولما كانت المسافات التي تحدد مواضع البنود على المتغير مسافات غير متساوية، فإنها تختلف ايضا من الاختبار (١) إلى الاختبار (٢) لذا فإن الدرجات المحتملة لكل فرد منهما تختلف من اختبار لاختبار. ومن ثم فإن الفرق بين درجتي الفردين يختلف ايضا باختلاف الاختبار.

ويلاحظ من الرسم ان الدرجة المتوقعة للفرد (أ) على الاختبار (١) هي (٥) وأن الدرجة المتوقعة للفرد (ب) على الاختبار نفسه هي الدرجة (٦). عندئذ فإن الفرق بين الدرجتين = ١ . اما بالنسبة للاختبار الثاني، فإن الدرجة المتوقعة للفرد (أ) على هذا الاختبار هي الدرجة (٣)، وأما الدرجة المتوقعة للفرد (بَ) على الاختبار نفسه فهي الدرجة (٨) . عندئذ يكون الفرق بين الدرجتين = ٥

وعلى هذا، وعلى الرغم من ان الفرق بين قدرتي الفردين (أ، ب) فرق ثابت على متغير القدرة، فإن الفرق بين درجتيهما على كل اختبار من الاختبارين قد إختلف فيما بينهما. فعندما استخدم الاختبار الأول، كان الفرق بين درجتي الفردين درجة واحدة، وعندما استخدم الاختبار الثاني، كان الفرق بين الدرجتين خمس درجات، فكيف يحق لنا إذاً ان نستخدم درجات الاختبار لدراسة الفروق في القدرة لدى الأفراد؟

في الواقع ان درجات الاختبار بصورتها الراهنة غير الخطية لا يصح أن تستخدم ـ لكي تعبر عن الفروق في القدرة على متغير معين. بل ينبغي البحث عن طريقة يمكن بها تحويل درجات الاختبار إلى مقاييس خطية على وجه التقريب. فاذا اردنا استخدام نتائج الاختبارات لدراسة التغير أو النمو، أو لدراسة المقارنة بين المجموعات، فينبغي استخدام طريقة ما لعمل مقاييس تحدد مواضع درجات الاختبار على متصل المتغير في وحدات متساوية، اي تحويلها الى صورة خطية.

● متطلبات القياس الموضوعي

من المناقشات السابقة يمكن التوصل إلى ان متطلبات القياس الموضوعي للسلوك تتضمن ما يأتي:

١ ـ بنود صادقة يمكنها تعريف المتغير موضوع القياس تعريفا اجرائيا.

٢ ـ صدق التدرج لهذه البنود، بحيث يمكنها تمثيل هذا المتغير بوساطة مستقيم.

٣ ـ أنماط استجابات صادقة، يمكنها تحديد مواضع الأفراد على متصل المتغير.

٤ ـ التوافق بين تدرج الأفراد على الاختبار ومميزات البنود، بحيث تؤدي إلى تقديرات لمستويات الأفراد لا تعتمد على اختبار معين، ويمكن استخدامها لوصف ما يتميز به الأفراد بصورة عامة.

٥ ـ قياسات خطية يمكن استخدامها لدراسة النمو، او للمقارنة بين المجموعات (Wright & Stone, 1979, pp. 1 - 9)

وعلى هذا ينبغي التوصل إلى بناء نظرية في القياس، تحقق تلك المطالب السابقة، التي هي مطالب الموضوعية في القياس.

الفصل الثالث
نظرية السمات الكامنة

Latent Traits Theory

يقوم الاتجاه الجديد في القياس السلوكي على ما يسمى بنظرية السمات الكامنة. وتفترض هذه النظرية وجود واحد أو اكثر من المميزات او السمات الأساسية، التي تحدد استجابات الفرد الملاحظة لبنود اختبار ما. وقد اصطلح على تسميتها بالسمات الكامنة، (أو القدرات في حالة الاختبارات المعرفية)، نظرا لعدم امكانية ملاحظتها، أو قياسها بصورة مباشرة. وقد كان التحليل العاملي أول وأحسن الطرق المعروفة، التي امكن بها تعريف السمات الكامنة.

● نماذج السمات الكامنة

يعين نموذج السمة الكامنة العلاقة المتوقعة بين الاستجابات الملاحظة على الاختبار، والسمات أو القدرات غير الملاحظة، التي يفترض انها تحدد هذه الاستجابات. والسمة بعد كمي يمكن ان يحدد عليه مواضع الأفراد، ولا يصح نظريا ان يتوقف موضع الفرد على بعد سمة ما على صفات أي من العينات التي ينتمي اليها هذا الفرد. فعلى سبيل المثال، ينبغي أن يستقل وضع الفرد على متصل سمة ما ـ مثلما يستقل وزنه او طوله مثلا ـ عن اعتبارات العمر، الجنس، الشريحة الاجتماعية . . . الخ . حتى لو كان هناك ارتباط بين هذه العوامل وموضع الفرد على بعد السمة.

بهذا المعنى توفر نماذج السمات الكامنة تقديرا للقدرة، مستقلا عن العينة. كما توفر ايضا مميزات القياس ذي الفئات المتساوية (Elliott, 1983a, p. 60). ومعنى أن يكون القياس متحررا من العينة Sample - free، ان يعبر عن تقديرات القدرة بوحدات لا تتعلق بصفات اي عينة، او مجموعة معينة من الأفراد، فكما ان تقدير

وزن فرد ما لا يتعلق بعمره او جنسه، فان تقدير قدرة الفرد المشتق من أي من نماذج السمات الكامنة لا يتعلق بهذه العوامل او غيرها من المميزات.

وقد ناقش (Elliott, 1983a, pp. 60-65) ثلاثة جوانب لنماذج السمات الكامنة هي:

- بعد السمة المقاسة.
- استقلالية القياس.
- المنحنيات المميزه للبنود.

ويعد نموذج (راش) اهم نماذج السمات الكامنة، حيث يمكن أن تتوفر متطلبات الموضوعية عندما تستوفي فروض النموذج، وهي:

— احادية البعد: حيث:

- يعرف المتغير (السمة) بوساطة مجموعة من البنود، ذات صعوبة احادية البعد، أي أن بنود الاختبار لا تختلف فيها بينها إلا من حيث مستوى الصعوبة فقط.
- كما يكون الأفراد ذوي قدرة أحادية البعد، تحدد وحدها مستوى أدائهم على الاختبار.

ويعد نموذج (راش) نموذج السمة الكامنة الوحيد الأحادي البعد. (المرجع السابق، ص ٦١)

— استقلالية القياس: ويعني هذا أن:

- لا يعتمد تقدير صعوبة البند على صعوبات البنود الاخرى المكونة للاختبار، ولا على قدرة الأفراد اللذين يجيبون عليها.
- لا يعتمد تقدير قدرة الأفراد على قدرة أي مجموعة اخرى من الأفراد الذين يؤدون الاختبار، أو على صعوبات البنود التي يؤدونها.

— توازي المنحنيات المميزة للبنود:

أي أنه إلى الحد الذي تميز فيه البنود بين الأفراد ذوي المستويات المختلفة من قدرة ما، فإن جميع هذه البنود ينبغي ان يكون لها قوة تمييز متساوية.

ويقوم نموذج (راش) كما تقوم اي نظرية في القياس العقلي، على نتائج تفاعل قدرة الأفراد مع صعوبة البنود. وتتمثل نتائج هذا التفاعل على هيئة استجابات

ملاحظة، يمكن التوصل منها إلى تدريجات البنود، وتقديرات الأفراد، التي تتحقق بها مطالب الموضوعية في القياس.

هنا يكون من المناسب مناقشة ما يحدث عندما تتفاعل قدرة الفرد مع صعوبة البند.

● **تفاعل قدرة الفرد مع صعوبة البند**

عندما يشرع الفرد (٧) في الاستجابة لبند معين (i) فإن قدرة هذا الفرد (β_v) تعبر عن وضع هذا الفرد على متصل المتغير موضوع القياس. وتتحكم هذه القدرة (β_v) في الأغلب في توقعنا لاحتمال الاستجابة الصواب للفرد (٧) على البنود المتدرجة على متصل هذا المتغير. وتستخدم استجابات الفرد لتلك البنود المتدرجة الصعوبة، التي تعرف المتغير موضوع القياس، أساسا لتقدير مستوى قدرة هذا الفرد على هذا المتغير، وتحدد موضعه عليه.

وعلى الرغم من وجود العديد من العوامل المتداخلة، التي قد تؤثر في استجابة الأفراد للبنود غير عامل قدرة الفرد، فإن ما يهمنا بالفعل تقدير مستوى قدرة الفرد فقط. وعلى هذا، فمن المهم بذل الجهد، وتنظيم الموقف، لجعل قدرة الفرد هي العامل الاساسي فقط الذي يسود، ويتحكم في سلوكه الاختباري، وتقليل آثار العوامل الأخرى المتداخلة.

بالمثل، فإن الصعوبة (δ_i) للبند (i) تعبر عن وضع هذا البند على متصل المتغير. وتحدد هذه الصعوبة (δ_i) توقعنا لاحتمال الاستجابات الصواب على هذا البند من الأفراد المتدرجين على متصل هذا المتغير. وقد يكون هناك من العوامل التي تتعلق بالبنود، وتتداخل أو تؤثر في استجابة الأفراد لهذه البنود. هنا ينبغي ايضا بذل اقصى الجهود، لكي لا تكون هناك عوامل اخرى سوى صعوبة البند تؤثر وتتحكم في كيفية استجابة الأفراد المختلفين في مستوى القدرة على هذا البند.

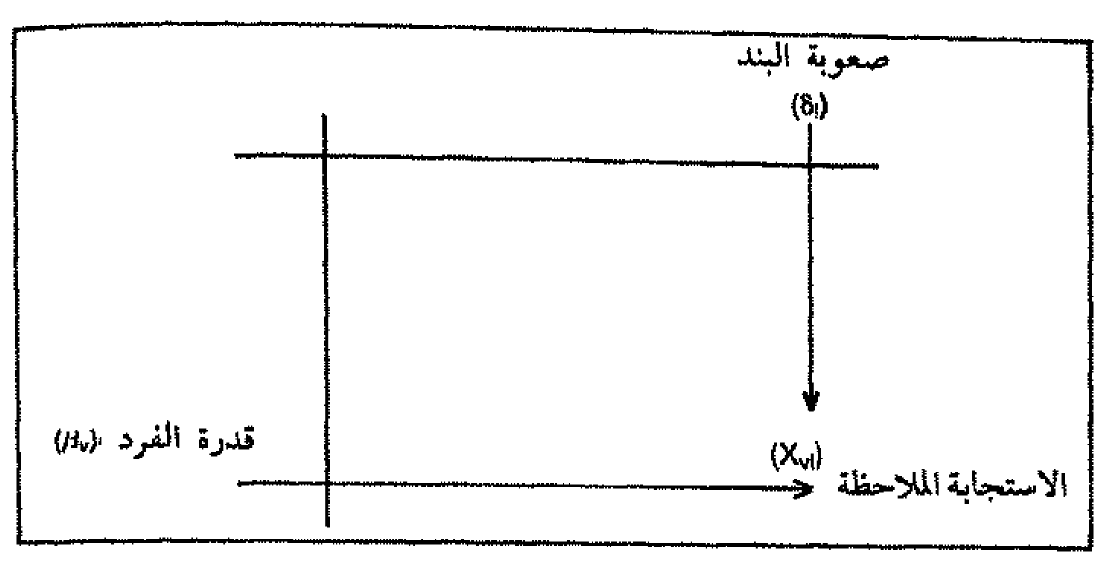
وعلى هذا ولجميع الأغراض العملية، فإن صعوبات البنود، وقدرات الأفراد هي العوامل التي تتحكم فقط في استجابات الأفراد لبنود الاختبار.

وبناء على هذه الاعتبارات، فعندما يستجيب الفرد (٧) على البند (i) تحدث الاستجابة (X_{vi})* ويتحكم في أحداث هذه الاستجابة شرطان أساسيان هما قدرة الفرد (β_v) وصعوبة البند (δ_i) ويمكن تصوير ذلك بالشكل الآتي:

---

* (X_{vi}) تساوي (واحد) عندما تكون الإستجابة صوابا

* (X_{vi}) تساوي (صفر) عندما تكون الإستجابة خطأ



شكل رقم (٦)

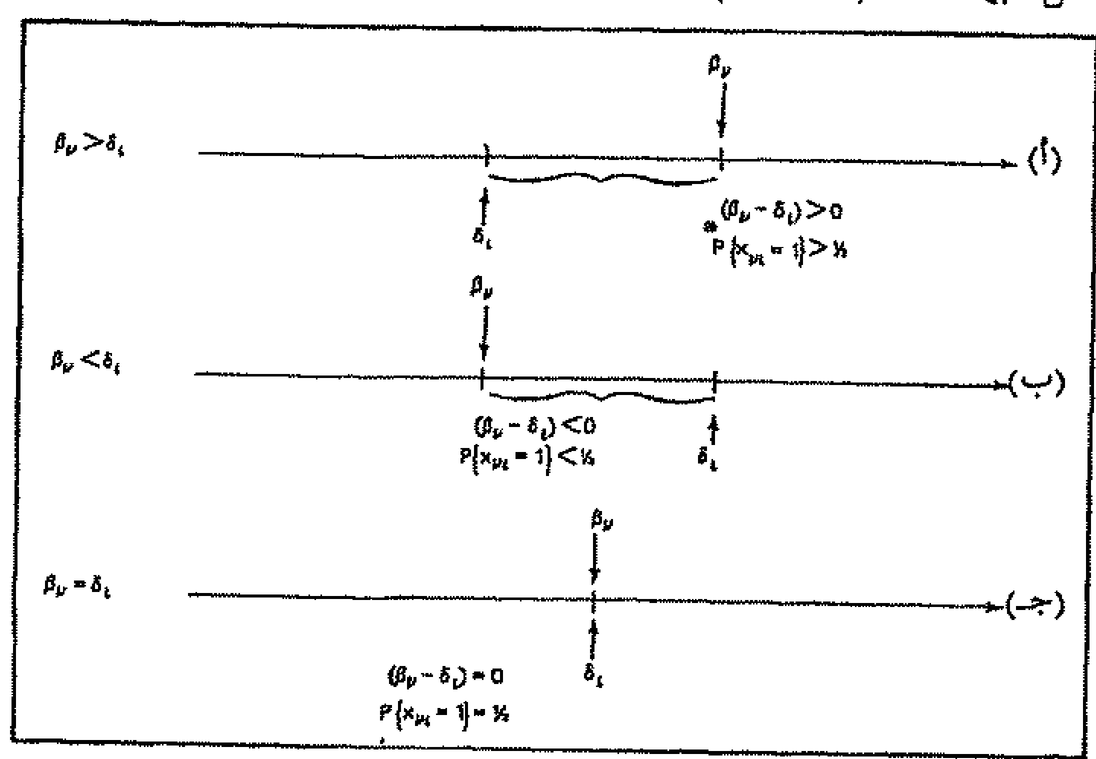
الشرطان الأساسيان لاحداث الاستجابة

ولما كانت كل من (β_v)،(δ_i) تمثلان وضعين على متصل متغير واحد يشتركان فيه لذا فان الفرق $(\beta_v - \delta_i)$* هو الصيغة الاكثر مناسبة، والاكثر طبيعية للعلاقة بينهما. ومن المنطقي إذا زادت قدرة الفرد (β_v) عن صعوبة البند (δ_i) يكون الاحتمال الأكبر لاستجابة الفرد في هذه الحالة على هذا البند هو الصواب أي تكون (X_{vi}) مساوية (واحدا). أما إذا قلت قدرة الفرد (β_v) عن صعوبة البند (δ_i) فيكون الاحتمال الاكبر لاستجابة الفرد في هذه الحالة على هذا البند هو الخطأ، أي تكون (X_{vi}) مساوية (صفرا). ولكن قد يحدث أحيانا أن تزيد قدرة الفرد (β_v) عن صعوبة البند (δ_i) ومع ذلك يخفق هذا الفرد في الاجابة على هذا البند السهل نسبيا وتكون الاستجابة (X_{vi}) مساوية (صفرا). كما قد يحدث احيانا أن تقل قدرة الفرد (β_v) عن صعوبة البند (δ_i) ومع ذلك يوفق هذا الفرد في الاستجابة صوابا على هذا البند الصعب نسبيا، وتكون الاستجابة (X_{vi}) عندئذ مساوية (واحدا).

وعلى هذا فليس من المناسب القطع بعلاقة تحديدية فاصلة، بناء على ان $(\beta_v - \delta_i)$ تحكم قيمة الاستجابة (X_{vi})، بل من الأوفق التسليم بان الطريقة التي يؤثر بها الفرق $(\beta_v - \delta_i)$ في الاستجابة (X_{vi}) تكون إحتمالية، ومن ثم يمكن بناء على ذلك، التوصل الى نموذج الاستجابة المناسب.

* تقرأ من اليسار إلى اليمين

ويصور الشكل (٧) ثلاث حالات (أ، ب، جـ)، توضح منطقية تأثير الفرق ($\beta_v - \delta_i$) على إحتمالية الاستجابة الصواب. فإذا كانت (β_v) اكبر من (δ_i) اي ان مستوى قدرة الفرد اكبر من مستوى صعوبة البند، كان الفرق ($\beta_v - \delta_i$) اكبر من الصفر، وعندئذ يكون احتمال حدوث الاستجابة الصواب اكبر من النصف (العلاقة أ). اما إذا كان مستوى قدرة الفرد (β_v) اقل من مستوى صعوبة البند (δ_i)، فان الفرق ($\beta_v - \delta_i$) يكون اقل من الصفر، وعندئذ يكون احتمال حدوث الاستجابة الصواب اقل من النصف (العلاقة ب). اما في حالة تساوي قدرة الفرد (β_v) مع صعوبة البند (δ_i)، فان الفرق ($\beta_v - \delta_i$) يكون مساويا للصفر، وعندئذ يكون احتمال حدوث الاستجابة الصواب مساويا لاحتمال حدوث الاستجابة الخطأ، ويساوي كل منهما النصف (العلاقة جـ).



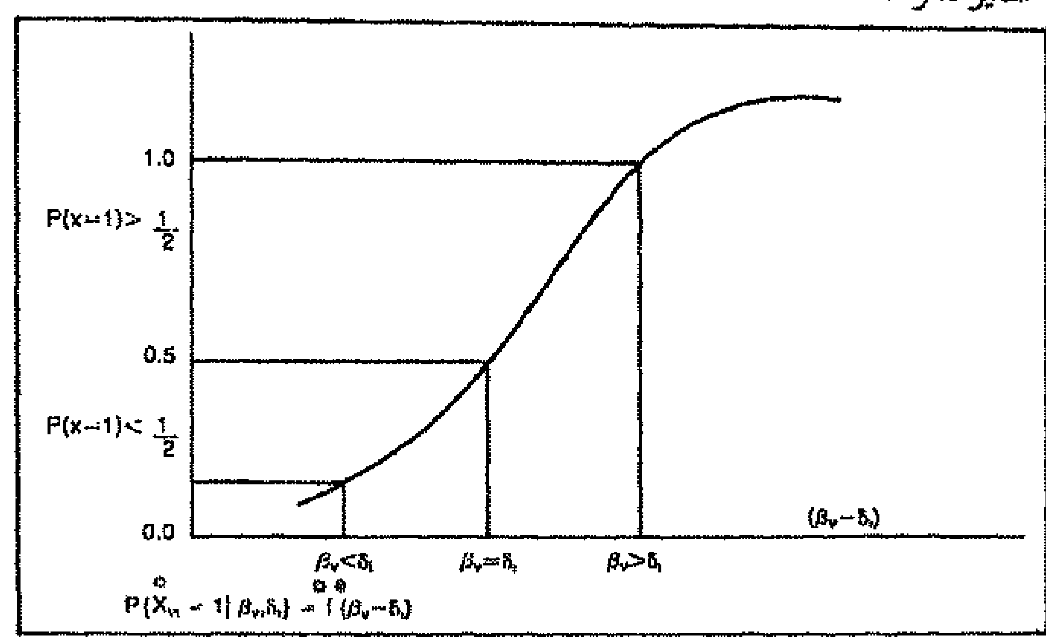
شكل (٧)

تأثير الفرق بين مستوى قدرة الفرد ومستوى صعوبة البند في احتمال حدوث الاستجابة الصواب

* P ترمز الى احتمال.

ويلخص المنحنى الموضح بشكل رقم (٨) (Wright & Stone, 1979, P.11) ما يتضمنه شكل (٧) من تلك العلاقات المنطقية بين الفرق $(\beta_v - \delta_i)$ واحتمالات الإجابة الصواب.

ويوضح هذا المنحنى الشروط الواجب تحقيقها في نموذج الاستجابة ويبدو هذا الفرق $(\beta_v - \delta_i)$ في صورتين: أولها؛ عند تفاعل المستويات المختلفة من قدرات الأفراد مع بند معين، وعندئذ يكون المنحنى وصفا للبند، عندما يكون المتغير قدرة الفرد (β_v) ويسمى بالمنحنى المميز للبند Item Charactaristic Curve I.C.C. والثانية؛ عندما نختبر البنود المختلفة الصعوبة قدرة فرد معين، وعندئذ يعد المنحنى وصفا للفرد، عندما يكون المتغير صعوبة البند (δ_i)، ويسمى بالمنحنى المميز للفرد Person Charactaristic Curve P.C.C.



شكل (٨)
منحنى الاستجابة

ويصور هذا المنحنى نموذج الاستجابة المطلوب لتوضيح كيف يعتمد كل من معلم القدرة (β_v) ومعلم الصعوبة (δ_i) ـ وهما ما نهدف الى تقديرهما ـ على معطيات

* من الممكن قراءة الدالة هكذا:

الاحتمال أن تساوي الاستجابة (X_{vi}) واحداً صحيحاً (أي أن تكون صوابا)، بمعلومية معلم قدرة الفرد (β_v) ومعلم صعوبة البند (δ_i) هو دالة (تعتمد على) الفرق بين $(\beta_v - \delta_i)$

** f ترمز الى دالة

الاستجابة الملاحظة (X_{vi}). فعندما نريد قياس قدرة فرد ما ينبغي تقدير (β_v) ، وعندما نريد قياس صعوبة بند ما ينبغي تقدير (δ_i). ولكي نحصل على تقدير أي من هذين المعلمين من الاستجابات الملاحظة للأفراد على البنود ينبغي بناء صورة رياضية تحقق هذه العلاقة المبينة في شكل (٨) بين (β_v) ، (δ_i) ، اي (X_{vi}). وتكون تلك الصورة الرياضية قادرة على عمل تقديرات لقدرة الفرد مستقلة عن الاختبار Test-free ، أي لا تعتمد على مجموعة بنود معينة بل اي مجموعة مناسبة من البنود تتوفر فيها الشروط المتطلبة للقياس الموضوعي ، وهي ما سبقت الاشارة اليها . كما تكون قادرة على عمل تقديرات لصعوبة البنود تكون مستقلة عن العينة Sample-free ، اي لا تعتمد على عينة افراد بعينها ، بل اي عينة من الأفراد المناسبين ، الذين تتوفر فيهم الشروط المتطلبة .

* من الممكن استخدام الاصطلاح معلم أو بارامتر

الفصل الرابع

نموذج راش The Rasch Model

قام جورج راش ببناء نموذجه الرياضي، الذي حقق به العلاقة بين قدرة الفرد (β_v) وصعوبة البند (δ_i) والاستجابة الملاحظة (X_{vi})، كما حقق به متطلبات القياس الموضوعي للسلوك.

واستخدام النماذج الرياضية اتجاه جديد في ترجمة ظواهر الحياة المختلفة الى صيغ رياضية مناسبة. وتكون البداية من واقع المشكلة او الظاهرة وترجمتها الى نماذج وسيطة توضح المتغيرات المؤثرة في الظاهرة، ثم تحويلها الى نماذج رياضية بحتة يمكن دراستها وحلها، بغض النظر عن معناها الاصلي ثم ارجاع نتيجة تلك الدراسة او الحل لاستخدامها وتطبيقها على الظاهرة الاصلية (معصومة كاظم، ١٩٧٨)

أولا : الصيغة الرياضية لنموذج راش

عندما نريد ان نضع الصيغة الرياضية لاستجابة الفرد (٧) للبند (ا) فاننا نبدأ بالمتغيرات الاساسية المؤثرة في الاستجابة، وهما هنا قدرة الفرد (β_v)*وصعوبة البند (δ_i)**. من المناقشات السابقة يتبين ان النموذج الوسيط الذي يمكن ان يوضح تأثير هذين المتغيرين في الاستجابة الملاحظة (X_{vi}) هو الفرق بين هذين المعلمين ($\beta_v - \delta_i$). ويعتمد احتمال حدوث الاستجابة الصواب على هذا الفرق، بمعنى ان احتمال حدوث الاستجابة الصواب ($X_{vi} = 1$) دالة لهذا الفرق. وهذا يتمثل في منحنى الاستجابة السابق (شكل ٨) كما يتمثل ايضا في الدالة الاتية :

$$***P_{vi} = f(\beta_v - \delta_i) \quad (١)$$

---

* (β_v) بارامتر قدرة الفرد، أو المعلم عن قدرة الفرد، لحل جميع البنود المناسبة.

** (δ_i) بارامتر صعوبة البند أو المعلم عن مقاومة البند لقدرة جميع الأفراد المناسبين.

*** تقرأ هذه الدالة هكذا:

إحتمال نجاح الفرد (٧) على البند (ا) دالة (اي تعتمد على) الفرق بين (δ_i, β_v)

حيث P_{vi} احتمال نجاح الفرد (v) على البند (i)؛ اي احتمال حدوث الاستجابة الصواب. ومن الممكن بعد ذلك تحويل هذه الدالة الى نموذج رياضي يحقق هذه العلاقة.

وقد أمكن للباحثة أن تصور كيف أمكن التوصل الى النموذج في صورته النهائية المألوفة، وذلك من الدالة الأصلية (١) حيث يلاحظ ان احتمال الإجابة الصواب (P_{vi}) ينحصر بين القيمتين (صفر) و(واحد) في حين ان الفرق ($\beta_v - \delta_i$) يمكن ان يكون اي عدد حقيقي، وقد يصل الى - ما لا نهاية وحتى + مالانهاية. لذا ينبغي ان نختار نموذج احتمال يعتمد على الفرق ($\beta_v - \delta_i$) ويجعله منحصرا بين القيمتين (صفر) و(واحد)، وليكن احتمال التوزيع الاسي مثلا.

لذا نحول ($\beta_v - \delta_i$) إلى الصيغة الاسية للأساس الطبيعي (e) فتكون الصيغة:

$$e^{(\beta_v - \delta_i)} = {}^{*}\exp(\beta_v - \delta_i) \qquad (٢)$$

وتتراوح هذه الصيغة بين صفر ومالا نهاية. ولتحويلها الى المدى من (صفر) الى (واحد) نصل الى النسبة.

$$\frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)}$$

وهنا يمكن مساواتها بالطرف الأيسر من الدالة (١) وتصبح المعادلة

$$P_{vi} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1+\exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad (٣)$$

∵ عند احتمال النجاح تكون الاستجابة ($X_{vi} = 1$)

$$\therefore P(X_{vi} = 1 \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad (٤)$$

وعند احتمال الخطأ** تكون الاستجابة ($X_{vi} = 0$)

$$\therefore P(X_{vi} = 0 \mid \beta_v, \delta_i) = 1 - \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)}$$

---

* exp تعني المقابل اللوغاريتمي

** احتمال الخطأ = (١ - احتمال النجاح)

وبتبسيط هذه المعادلة تصبح

$$\therefore P\ (X_{vi} = 0 \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{1}{1 + \exp\ (\beta_v - \delta_i)} \qquad (٥)$$

من المعادلتين (٤)، (٥) تكون المعادلة العامة للنموذج هي

$$\therefore P\ (X_{vi} = X \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{\exp\ [X(\beta_v - \delta_i)]}{1 + \exp\ (\beta_v - \delta_i)} \qquad X = 0,1 \quad (٦)$$

(Willmot, S. & v Fowles, D., 1974, P. 67; Murray, D., 1974, P.424; Wright, Mead & Bell, 1980; Wright & Stone , 1979)

وتعد هذه الصورة العامة للنموذج الصورة الأكثر ألفة من بين مجموعة من نماذج القياس التي ترجع لجورج راش، والتي لها خواص فريدة هي الأساس للموضوعية في القياس.

ومن الممكن ملاحظة ما يأتي :

- إن أي صيغة رياضية تصف منحنى الاستجابة (شكل ٨)، توفر حلا لمشكلة الخطية، حيث يمكنها تحويل الدرجات المحصورة بين النسبة المئوية (صفر) و(١٠٠) الى قياسات ممتدة من ـ ما لا نهاية الى + ما لا نهاية.
- إن أي صيغة رياضية تربط بين احتمال الاستجابة (X_{vi}) كدالة للفرق بين (β_v)، (δ_i)، بحيث يكون معلماها قابلين للقياس، يمكنها ان تعطي الفرصة لدراسة صدق كل من البند والاستجابة. فكل ما هناك تخصيص نموذج فعال لكيفية تحكم الفرق ($\beta_v - \delta_i$) في احتمال حدوث الاستجابة (X_{vi})، واستخدام هذا النموذج لقياس كل من (β_v)، (δ_i) من بعض المعطيات او البيانات، ثم فحص كيفية تطابق هذه البيانات مع التنبؤات المحسوبة من النموذج.
- ولكن ليس هناك أي منحنى أو صيغة غير صيغة نموذج (راش) التي يمكنها إعطاء تقدير (β_v)، (δ_i) بحيث يستقل كل منها عن الاخر. وبهذا يكون تقدير (β_v) محررا من تأثير (δ_i) كما يكون تقدير (δ_v) محررا من تأثير (β_i). وهذا ما سيبدو جليا عند مناقشة معنى الموضوعية في نموذج (راش).

وهكذا فإن الدالة اللوغاريتمية في المعادلة رقم (٦) توفر نموذجا فعالا للاستجابة، حيث تجمع بين خطية التدريج وعمومية القياس. وعلى الرغم من

استخدام علماء القياس البيولوجي biomet ricians للدوال اللوغاريتمية منذ عام ١٩٢٠ ، إلا أن عالم الرياضيات الدانمركي جورج راش (١٩٦٠) هو أول من عبر عن دلالتها السيكومترية . وقد أطلق (راش) على المميزات الخاصة بتلك الدالة اللوغاريتمية البسيطة ، التي جعلت القياس أمراً ممكنا ، اسم (الموضوعية الخاصة) والتي ستناقش في هذه الدراسة تحت عنوان «معنى الموضوعية في نموذج (راش)» . وقد وجد (راش) وغيره من العلماء انه ليس هناك صيغة رياضية بديلة لهذا المنحنى الموضح بشكل (٨)، التي تتيح قياسا لقدرة الفرد (β_v) ، وتدريجا لصعوبة البند (δ_i) بحيث يكونا مستقلين كل عن الآخر . (Wright & Stone, 1979 P.15)

بالاضافة لما سبق فإن الإحصاء البسيط كافٍ لتقدير كل من معلمي النموذج ، فلقدرة الفرد يحصي عدد البنود الصواب ، التي أجابها الفرد ، ولصعوبة البند يحصي عدد الأفراد الذين أجابوا على هذا البند صوابا (Wright, Mead & Bell, 1980, P.2) . وعندما تشتق تقديرات (β_v) ، (δ_i) بوساطة الترجيح الاكبر المشروط فانها تكون غير متحيزة ، ثابتة ، فعالة ، كافية (wright & stone, 1979, P.l5,l6) ويعد التقريب البسيط لتقديرات الترجيح الأكبر المشروط ، على درجة كافية من الدقة لتحقيق الأغراض العملية ، وقد فصل هذا في كثير من المراجع التي وردت في (المرجع السابق ، ص ١٦)

ونظرا لهذه المميزات التي يتصف بها نموذج (راش) فقد أمكن استخدامه في تطبيقات واسعة المدىٰ ، مثل تطبيقات :

(Rentz & Bashaw, 1977; Willmott & Fowles, 1974; Elliott, Murray & Pearson, 1983)

ومن هذه التطبيقات المهمة للنموذج ، المقاييس البريطانية للذكاء ، (BIS)* التي أطلق عليها فيما بعد المقاييس البريطانية للقدرات (BAS)** وهي من أهم مشروعات المؤسسة القومية للبحوث التربوية بانجلترا وويلز . N.F.E.R.*** والتي بدأ العمل فيها منذ عام ١٩٦٥ ، ونشرت عام ١٩٨٣ ، وحصلت عليها الباحثة . عام ١٩٨٤ .

ومن المناسب الآن مناقشة معنى تلك الموضوعية الخاصة التي ذكرها جورج راش .

---

* (BIS) إختصار The British Intelligence Scales

** (BAS) إختصار The British Ability Scales

*** N.F.E.R. اختصار The National Foundation of Educational Research

ثانيا: معنى الموضوعية في نموذج (راش)

تعني الموضوعية هنا، موضوعية المقارنة بين نتيجة تفاعل قدرتي فردين مع صعوبة بند مناسب، أي موضوعية المقارنة بين استجابتي فردين لبند مناسب. كما تعني أيضا موضوعية المقارنة بين صعوبة بندين استجاب لهما فرد مناسب، أي تبدو هذه الموضوعية من ناحيتين:

أ ـ استقلال معلم قدرة الفرد عن البند المستخدم **Item-free**

يحدد نموذج (راش) احتمال نجاح الفرد (v) على البند (i) بالمعادلة الآتية:

$$P_{vi} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad (٣)$$

حيث (P_{vi}) احتمال نجاح فرد، قدرته (β_{vi}) على بند صعوبته (δi).

وحيث $\exp(\beta_v - \delta_i)$ مميز النجاح، أو مرجح النجاح odds of success

$$\therefore \exp(\beta_v - \delta_i) = \frac{P_{vi}}{1 - P_{vi}} * \qquad (٧)$$

بأخذ لوغاريتم الطرفين تصبح:

$$\therefore (\beta_v - \delta_i) = \ln \frac{P_{vi}}{1 - P_{vi}} \qquad (٨)$$

وبالمثل في حالة استجابة فرد آخر (U) على البند نفسه (i) فإن

$$(\beta_u - \delta_i) = ^{**}\ln \frac{P_{ui}}{1 - P_{ui}} \qquad (٩)$$

وبطرح المعادلة (٩) من المعادلة (٨) يُحذف معلم صعوبة البند (δ_i).

وتبدو معادلة المقارنة بين معلمي قدرة كل من الفرد (v) والفرد (U) من المعادلة الآتية:

$$\therefore (\beta_v - \beta_u) = \ln \frac{(P_{vi})}{1 - P_{vi}} - \ln \frac{(P_{ui})}{1 - P_{ui}} \qquad (١٠)$$

ومن الممكن أن نصل إلى هذه المقارنة نفسها بين قدرة هذين الفردين، وذلك عن طريق أي بند آخر، يكون مناسبا، أي تتوفر فيه الشروط المتطلبة.

---

* إذا كان (P_{vi}) احتمال النجاح، فإن ($1 - P_{vi}$) احتمال الخطأ.
ويكون مرجح النجاح = احتمال النجاح / احتمال الخطأ

** ln ترمز للوغاريتم الطبيعي الذي أساسه (e) أو هـ أي لوهـ

وعلى هذا وعلى الرغم من اعتماد المقارنة بين قدرتي فردين، على استخدام بند مناسب، إلا أن هذه المقارنة لا تتأثر باستخدام أي من هذه البنود المناسبة. وهذا ما نعنيه بأن المقارنة بين قدرات الأفراد تكون مستقلة عن البند Item-free، فإن استجابة الفردين لاي بند من مجموعة البنود المناسبة ينبغي أن تؤدي إلى المقارنة نفسها بين هذين الفردين (wright, Mead & Bell, 1980, P.3). وعلى هذا فإن ما نصل إليه ليس القدرة المطلقة للفرد (v)، وإنما بعده عن قدرة فرد آخر هو (U). وهذا الفرق يجعل الفرد (U) نقطة أصل تقاس منها قدرة الفرد (v).

ب- استقلال معلم صعوبة البند، عن الفرد الذي يجيب عليه Person free

بالمثل إذا أجاب الفرد (V) على بندين من البنود المناسبة (C)، (I) فإننا نصل إلى المعادلتين الآتيتين: -

$$(\beta_v - \delta_i) = \ln \frac{(P_{vi})}{1 - P_{vi}} \qquad (٨)$$

$$(\beta_v - \delta_c) = \ln \frac{(P_{vc})}{1 - P_{vc}} \qquad (١١)$$

وبطرح المعادلة (١١) من المعادلة (٨) يُحذف معلم قدرة الفرد (β_v) وتبدو المقارنة بين البندين (C)، (I) من المعادلة.

$$(\delta_c - \delta_i) = \ln \frac{(P_{vi})}{1 - P_{vi}} - \ln \frac{(P_{vc})}{1 - P_{vc}} \qquad (١٢)$$

ومن الممكن التوصل إلى المقارنة نفسها بين معلمي صعوبة البندين، وذلك عن طريق أي فرد آخر يكون مناسبا.

وعلى هذا وعلى الرغم من اعتماد المقارنة بين صعوبتي بندين على إجابة فرد مناسب إلا أن هذه المقارنة لا تتأثر باستجابة أي من الأفراد المناسبين. وهذا ما نعنيه بأن المقارنة بين صعوبات البنود تكون مستقلة عن الفرد Person free، حيث استجابة أي فرد مناسب (V) للبندين، ينبغي أن تؤدي إلى المقارنة نفسها بين هذين البندين. وعلى هذا فإن ما نصل إليه ليس الصعوبة المطلقة للبند (I)، وإنما بعده عن صعوبة بند آخر هو (C). وهذا الفرق يجعل من صعوبة البند (C) نقطة أصل تقاس منها صعوبة البند (I).

ولما كان معلم الفرد يقيس ما يقيسه معلم البند نفسه ويعبر عنه على نفس المقياس، لذا ينبغي أن ترد جميع التقديرات سواء الخاصة بالفرد، أو الخاصة بالبند، إلى نقطة أصل واحدة، من الممكن تحديدها بصورة مستقلة. فهي بهذا المعنى قرار اعتباري لا يلزم به نموذج (راش)، وإنما يختار تبعا لاعتبارات القياس المختلفة. وهذا يشبه اختيار صفر التدريج، الخاص بدرجات الحرارة. فمن الممكن اعتبار درجة تجمد الماء نقطة الأصل التي نرجع إليها لمقارنة درجة حرارة جسم معين، (وذلك في حالة التدريج المئوي). كما أنه من الممكن اعتبار درجة التجمد هذه (٣٢) (وذلك في حالة التدريج الفهرنهيتي)* حيث تختلف عندئذ نقطة الاصل التي نرجع اليها لمقارنة درجة حرارة هذا الجسم. ولنا أن نستخدم أيا من النقطتين وأيا من الوحدتين تبعا لما يتطلبه الأمر. وهذا لا يغير من الدلالة الكمية لدرجة حرارة هذا الجسم، حيث يمكن تحويل كل تدريج إلى الآخر.

وقد عدّ برنامج الحاسب الآلي (BICAL) لتحليل البنود، وتدريجها، بنموذج (راش)، والذي وضعه رايت، ميد وبل أن بداية التدريج لكل من قدرة الفرد، وصعوبة البند، **هو متوسط الصعوبة لمجموعة البنود المقاسة** (Wright, Mead & Bell, 1980, P.4).

ويعد هذا الاصل أو هذا الصفر، الذي ينسب إليه كل من قدرة الفرد وصعوبة البند معاً، أصلا مؤقتا يمكن استبداله بآخر، إذا ما استدعى الأمر ذلك.

ثالثا: وحدة قياس كل من قدرة الفرد وصعوبة البند، وتعريف كلّ منها

يوضح نموذج (راش):

- أن معلم قدرة الفرد (β_v) يقيس ما يقيسه معلم البند نفسه (δ_i) ويعبر عنه على المقياس نفسه.
- أن نقطة الصفر على تدريج المقياس هي النقطة التي ترد إليها تقديرات كل من معلم قدرة الفرد، ومعلم صعوبة البند، ويعرف كل من هذين المعلمين بوحدة قياس واحدة من نوع الفئات المتساوية، هي اللوجيت (logits)
- عندما يجابه الفرد بندا، فإن أرجحية حدوث أي من الاستجابتين (صواب/خطأ)

---

* الدرجة المئوية = ١,٨ درجة فهرنهيتية.

يعتمد على قدرة الفرد (β_v) وصعوبة البند، (δ_i)، ويحددها المقابل اللوغاريتمي الطبيعي للفرق بين هذين المعلمين حيث:

يعدّ المقدار $\exp(\beta_v - \delta_i)$ مميزاً، أو مرجحاً للنجاح odds of Succsess، وحيث في حالة قدرة الفرد (β_v) أكبر من صعوبة البند (δ_i)، يكون احتمال الإجابة الصواب أكبر من ٥٠ ٪

أ ـ تعريف قدرة الفرد

ـ عندما يعبر متوسط صعوبة البنود المقاسة عن صفر التدريج فإن هذه النقطة (δ_i=صفر) تستخدم في تقدير قدرات الأفراد.

ولما كان:

$$\because e^{(\beta_v - \delta_i)} = \exp(\beta_v - \delta_i) \qquad (٢)$$

فإن:

$$\therefore e^{(\beta_v - \delta_i)} = \text{مرجح النجاح}$$

∴ في حالة δ_i = صفر فإن:

$$\text{مرجح النجاح} = e^{\beta_v} \qquad (١٣)$$

بأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة (١٣)، عندئذ فإن اللوغاريتم الطبيعي لمرجح النجاح يساوي قدرة الفرد (β_v) مقدرا باللوجيت.

وعلى هذا يمكن تعريف قدرة الفرد كما يلي

إن قدرة الفرد مقدرة باللوجيت هي اللوغاريتم الطبيعي لمرجح نجاح الفرد على البنود التي تعبر نقطة صفر التدريج عن صعوبتها. (Wright & Stone, 1979, 17)

ب ـ وحدة القياس

عندما تكون قدرة فرد ما مساوية للوجيت (واحد)، فمعنى ذلك ان اللوغاريتم الطبيعي لمرجح نجاح هذا الفرد على البنود التي تعبر نقطة صفر التدريج عن صعوبتها يساوي (واحدا).

وقد أمكن للباحثه حساب إحتمال الإستجابة الصواب ($X_{vi} = 1$) في هذه الحالة، أي في حالة (β_v = لو جيت واحد) و (δ_i = صفر)، حيث:

$$\because e^{(\beta_v - \delta_i)} = \exp(\beta_v - \delta_i) \qquad (٢)$$

∴ فعند β_v = ١، δ_i = صفر يصبح الطرف الأيسر من المعادلة السابقة مساوياً (e^1) أي مساوياً (e). وبذلك تصبح المعادلة (٢) كما يلي:

$$e = \exp(\beta_v - \delta_i)$$

أي في هذه الحالة يكون مرجح النجاح $\exp(\beta_v - \delta_i)$ مساويا لأساس اللوغاريتم الطبيعي (e) = ٢,٧٢.

عندئذ، بالتعويض عن مرجح النجاح بالقيمة (٢,٧٢) في المعادلة الأساسية للنموذج (المعادلة رقم ٤) حيث:

$$P(X_{vi} = 1 | \beta_v, \delta_i) = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad (٤)$$

عندئذ نجد أن احتمال حدوث الاستجابة الصحيحة ($X_{vi} = 1$) =

$$\frac{٢,٧٢}{١ + ٢,٧٢} = \frac{٢,٧٢}{٣,٧٢} = ,٧٣$$

وعلى هذا امكن للباحثة تعريف وحدة القياس (اللوجيت) كما يلي:

اللوجيت وحدة قياس كل من قدرة الفرد وصعوبة البند.

- وتعرف باللوغاريتم الطبيعي لمرجح نجاح الفرد على البنود التي تعبر نقطة صفر التدريج عن صعوبتها، عندما يساوي هذا المرجح ثابتا هو الاساس الطبيعي (e)؛ اي (٢,٧٢)، ويكون عندئذ احتمال نجاحه =٧٣, .
- ويمكن تعريف وحدة اللوجيت أيضا بانها قدرة الفرد على النجاح على البنود التي تعبر نقطة صفر التدريج عن صعوبتها، عندما يكون احتمال النجاح ٧٣, .

جـ - تعريف صعوبة البند

وكما استخدمت صعوبة البنود (δ_i) التي عبر عنها صفر التدريج في تقدير قدرات الافراد، فكذلك يمكن استخدام قدرة الأفراد (β_v)التي يعبر عنها صفر التدريج ، في تقدير صعوبات البنود .

من الممكن ان نعد المقدار $\exp(\delta_i - \beta_v)$، مميزا او مرجحا للخطأ حيث في حالة صعوبة البند (δ_i) أكبر من قدرة الفرد (β_v) ، يكون احتمال الاجابة الصواب اقل من ٥٠٪ .

عندئذ تصبح المعادلة (٢) كالآتي $e^{(\delta_i - \beta_v)} = \exp(\delta_i - \beta_v)$

(١٤) $\therefore$ مرجح الخطأ = $e^{(\delta_i - \beta_v)}$

عند (β_v) تساوي صفر تصبح المعادلة السابقة على الصورة الآتية :

(١٥) مرجح الخطأ = $e^{(\delta_i)}$

بأخذ لوغاريتم طرفي المعادله (١٥)

عندئذ تكون صعوبة البند (δ_i) هي اللوغاريتم الطبيعي لمرجح الخطأ .

وعلى ذلك يكون تعريف صعوبة البند كما يلي

ان صعوبة البند مقدرة باللوجيت هي اللوغاريتم الطبيعي لمرجح الخطأ لدى الافراد الذين تعبر نقطة صفر التدريج عن قدرتهم .

والجدول الآتي يوضح فيه رايت وستون (Wright & Stone ,1979, p.16) امثلة لقدرات الافراد وصعوبات البنود مقدرة باللوجيت ، والفروق بينها ($\beta_v - \delta_i$) وكذلك كل من مرجح النجاح واحتمال النجاح . حيث تصور ستة الصفوف الاولى قدرات متنوعة للافراد واحتمالات نجاحهم عندما يستجيبون لبنود ذات صعوبة صفرية . أما ستة الصفوف الاخيرة ، فهي تعطي امثلة لصعوبات متنوعة للبنود ، واحتمالات النجاح عليها ، عندما يستجيب لها افراد ذوي قدرة صفرية .

جدول رقم (١)

قدرة الفرد وصعوبة البند باللوجيت واحتمال الاجابة الصواب في نموذج (راش)

قدرة الفرد β_v	صعوبة البند δ_i	الفرق ($\beta_v - \delta_i$)	مرجح النجاح $\exp(\beta_v - \delta)$	احتمال الاستجابة الصواب π_{vi}	المعلومات النسبية للاستجابة (تباين البند) I_{vi}*
٥	٠	٥	١٤٨,٠٠٠	٠,٩٩	,٠١
٤	٠	٤	٥٤,٦٠٠	,٩٨	,٠٢
٣	٠	٣	٢٠,١٠٠	,٩٥	,٠٥
٢	٠	٢	٧,٣٩٠	,٨٨	,١١
١	٠	١	٢,٧٢٠	,٧٣	,٢٠
صفر	صفر	صفر	١,٠٠٠	,٥٠	,٢٥
صفر	١	-١	,٣٦٨	,٢٧	,٢٠
صفر	٢	-٢	,١٣٥	,١٢	,١١
صفر	٣	-٣	,٠٥٠	,٠٥	,٠٥
صفر	٤	-٤	,٠١٨	,٠٢	,٠٢
صفر	٥	-٥	,٠٠٧	,٠١	,٠١

* تباين البند = احتمال النجاح × احتمال الخطأ

حيث :

$$\Pi_{vi} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)}$$

فإن :

$$I_{vi} = \Pi_{vi}(1 - \Pi_{vi})$$

(١٦) .

وكما سبق ان ذكرنا فان نقطة الأصل وتدرج وحدة القياس (اللوجيت) بالجدول السابق امر اعتباري . كما انه في الامكان اضافة اي ثابت لجميع القدرات وجميع الصعوبات دون ان يغير هذا من الفرق $(\beta_v - \delta_i)$. وهذا يعني انه بالامكان جعل نقطة الصفر على التدريج ، بحيث لا تظهر صعوبات او قدرات سالبة . كما يمكن جعل التدريج بحيث نتلافى اي كسور عشرية .

ويوضح العمود الاخير من الجدول المعلومات النسبية المتوفرة من الاستجابة الملاحظة عند كل فرق $(\beta_v - \delta_i)$. حيث كلما تقاربت قدرة الفرد مع صعوبة البند الذي يجيب عليه كانت معلوماتنا عن تقدير كل من صعوبة البند (δ_i) وقدرة الفرد (β_v) اكثر كفاءة .

ومن الممكن ان نجمل نموذج (راش) فيما يلي :

١ ـ ان جميع البنود لاختبار ما تثير استجابات لدى الافراد على السمة نفسها ، بمعنى ان تقيس جميع البنود الصفة نفسها بما يؤدي الى تعريف المتغير المراد قياسه .

٢ ـ عندما يجابه الفرد (v) البند (i) فهناك نتيجة واحدة فقط يمكن تسجيلها اما نجاح $(X_{vi} = ١)$ واما خطأ $(X_{vi} = 0)$ ، وهذه النتيجة تعتمد على :

أ ـ معلم الفرد (β_v) : وهو ثابت بالنسبة لكل البنود التي يحلها هذا الفرد ، ومن الممكن ان يطلق عليه او يعبر عنه بالاصطلاح قدرة الفرد .

ب ـ معلم البند (δ_i) : وهو ثابت بالنسبة لكل الافراد الذين يقومون بحل هذا البند ومن الممكن ان يعبر عنه بالاصلاح صعوبة البند .

وقد استخدم الاصطلاح صعوبة البند بدلا من سهولته ، لان مستوى الصعوبة ، ودرجة التحصيل الاعلى تسيران في الاتجاه نفسه .

٣ ـ ان معلم الفرد يقيس ما يقيسه معلم البند نفسه ويعبر عنه على المقياس نفسه ويعرف بوحده القياس (logit) نفسها وبنقطة الصفر نفسها .

رابعا: تقدير كل من معلم صعوبة البند ومعلم قدرة الفرد

يكون تقدير درجة استجابة الفرد (٧) على البند (i) (واحدا) في حالة النجاح، او صفرا، في حالة الاخفاق. وعندما تكّون مصفوفة لنتائج استجابات مجموعة من الافراد (N) لمجموعة من بنود اختبار ما (L)، حيث محورها الافقي يمثل الافراد، ومحورها الرأسي يمثل البنود، فان خلاياها تمثل استجابات كل فرد من هؤلاء الافراد على كل بند من بنود الاختبار، وتكون قيمة كل خلية من خلايا هذه المصفوفة اما (١) او (صفرا). وعندما تجمع قيم خلايا الاعمدة تعطي في نهاية كل عمود الدرجة الكلية لكل فرد. وعندما تجمع قيم خلايا الصفوف تعطي في نهاية كل صف مجموعة الافراد الذين اجابوا اجابة صحيحة عن كل بند .

جدول رقم (٢)

مصفوفة الاستجابات (فرد/بند)

البند \ الفرد	أ	ب	جـ	د	هـ	و	عدد الافراد
١	١	٠	١	١	١	٠	٤
٢	١	١	٠	١	٠	٠	٣
٣	٠	١	١	٠	٠	٠	٢
٤	١	١	١	١	٠	١	٥
٥	١	٠	١	١	١	٠	٤
٦	٠	١	١	١	١	١	٥
٧	٠	٠	٠	١	٠	١	٢
الدرجة الكلية=	٤	٤	٥	٦	٣	٣	

وقبل البدء بالتحليل، يحذف كل فرد اخفق في حل جميع بنود الاختبار، (أي حصل على الدرجة صفر) حيث يعد حينئذ اقل من مدى مستوى الاختبار، كما يحذف كل فرد نجح في حل جميع بنود الاختبار؛ (أي حصل على الدرجة النهائية)، حيث يعد حينئذ أعلى من مدى مستوى الاختبار. ويكون هؤلاء الافراد غير ملائمين؛ أي غير مناسبين للإجابة على هذا الاختبار.

كما يحذف ايضا كل بند يخفق في الاجابة عليه جميع الأفراد، حيث يعدّ حينئذ اعلى من مستوى الأفراد. وكذلك الحال بالنسبة لكل بند يجيب عليه جميع الأفراد إجابة صحيحة، حيث يعدّ عندئذ تحت مستوى الأفراد. وتكون هذه البنود غير ملائمة، أي غير مناسبة لاستجابة الأفراد عليها.

وستتناول هذه الدراسة الراهنة طريقتين لتقدير كل من صعوبات البنود، وقدرات الأفراد.

● طريقة الترجيح الأكبر غير المشروط **UCON**

يمكن اشتقاق معادلات تقدير معالم البنود، ومعالم الأفراد بواسطة تقدير الترجيح الاكبر غير المشروط Unconditional Maximum Likehood Estimation (UCON).

وتكون المعادلة الخاصة بصعوبة البند، هي

$$S_i = \sum_{v=1}^{N^*} P_{vi} \qquad (١٧)$$

حيث (S_i) هو العدد الكلي للأفراد الذين اجابوا صوابا على البند (i) وحيث

$$P_{vi} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad (٣)$$

اما المعادلة الخاصة بقدرة الفرد فهي

$$r_v = \sum_{i=1}^{L^{**}} P_{vi} \qquad (١٨)$$

حيث (r) هو العدد الكلي للبنود التي اجاب عليها الفرد (v) صوابا.
(Wright, Mead, Bell, 1980, P.5)

- ومن الممكن إجراء بعض التبسيط في المعادلتين في ١٧، ١٨ حيث: يصنف الأفراد في مجموعات تبعا لدرجاتهم الكلية على الاختبار، ثم يرصد عدد الأفراد في كل مجموعة من مجموعات الدرجات الكلية هذه، وعندئذ يمكن الاستعاضة عن المعادلة (١٧) بالمعادلة الاتية

$$S_i = \sum_{r=1}^{L-1} n_r P_{ri} \qquad (١٩)$$

---

* $\sum_{v=1}^{N} P_{vi}$ ترمز الى مجموع إحتمالات نجاح الأفراد من الفرد الأول (١ = v) إلى الفرد الأخير (N) على البند (i)

** $\sum_{i=1}^{L} P_{vi}$ ترمز الى مجموع احتمالات نجاح الفرد (v) على بنود الاختبار من البند الأول (١ = i) الى البند الأخير (L)

حيث:

r ترمز الى الدرجة الكلية

$\sum_{r=1}^{L-1}$ ترمز الى المجموع من الافراد الذين يحصلون على الدرجة (١) الى الافراد الحاصلين على الدرجة (١ - L)

L هي اعلى درجة كلية ممكنة

n_r هو عدد الافراد الذين يحصلون على الدرجة r.

Pri هو الاحتمال المقدر للنجاح الذي يعطي تقديرا للقدرة (b_r) مقترنا بالدرجة (r) وتقديرا للصعوبة (di) مقترنا بالبند (i).

وحيث:

$$P_{ri} = \frac{\exp(b_r - d_i)}{1+\exp(b_r - d_i)}$$

كذلك تصبح المعادلة (١٨)

$$r = \sum_{i=1}^{L} P_{ri} \quad (٢٠)$$

حيث r هي الدرجة الكلية للمجموعة.

(المرجع السابق، ص ٦)

ـــوتحل هذه المعادلات بسهولة بوساطة الاعادة المتعاقبة فاستراتيجية تقدير معالم الصعوبة والقدرة هي الحصول على قيم هذه المعالم التي تحقق المعادلتين ١٩ ، ٢٠ .

وتبدأ خطواتها بقيم أولية لمجموعة معالم الصعوبة للبنود، ومعالم القدرة لكل مجموعة من مجموعات الدرجة الكلية. وتستخدم هذه القيم كبداية لعمليات إعادة متعاقبة حتى الوصول الى القيم التي تحقق المعادلتين ١٩، ٢٠. وحيث حل المعادلات بالنسبة للبنود هي :

$$d_i^{(t+1)} = d_i^t - \frac{S_i - \sum_r n_r P_{ri}^{(t)}}{\sum_r n_r P_{ri}^{(t)} 1 - p_{ri}^{(t)}} \quad (٢١)$$

اما بالنسبة للدرجات فهي

$$b_r^{(t+1)} = b_r^{(t)} + \frac{r - \sum_i P_{ri}^{(t)}}{\sum_i P_{ri}^{(t)} \left(1 - P_{ri}^{(t)}\right)} \qquad (٢٢)$$

حيث $P_{ri}^{(t)}$ هو تقدير احتمال النجاح على البند (i) بوساطة فرد درجته (r) مبنى على التقديرات المتحصلة عند التعاقب رقم (t).

وهذه التقديرات هي تقديرات الترجيح الاكبر غير المشروط UCON وعلى هذا فإن أخطاءها المعيارية المتقاربة قد تشتق من الاشتقاق الثاني من دالة لوغاريتم الترجيح الاكبر.

حيث الخطأ المعياري لصعوبة البند هو :

$$SEC = SE(d_i) = \left[\sum_r n_r P_{ri} (1 - P_{ri})\right]^{-1/2} \qquad (٢٣)$$

وحيث الخطأ المعياري لقدرة الفرد هو :

$$SEM = SE(b_r) = \left[\sum_r P_{ri} (1 - P_{ri})\right]^{-1/2} \qquad (٢٤)$$

(المرجع السابق ص ٧)

ـــ وتتضمن هذه التقديرات نوعا من التحيز من الممكن تصحيحه بوساطة عوامل التدريج :

أ ـ $\frac{L-1}{L}$ وذلك فيما يتعلق بمعلم صعوبة البند وهو (d_i).

ب ـ $\frac{L-2}{L-1}$ وذلك فيما يتعلق بمعلم قدرة الفرد (br)

ومن الممكن تلخيص خطوات تقديرات اللوغاريتمات المصححة غير المشروطة بوساطة برنامج BICAL وهي :

١ ـ الحصول على درجات البنود S_i (عدد الأفراد الذين أجابوا صوابا على كل بند)

٢ ـ حصر عدد الأفراد الحاصلين على كل درجة كلية (n_r).

---

* بتطبيق إجراء نيوتن – رافسون Newton - Raphson Procedure (Elliot, b, 1983, p.19)

** (t) ترمز لمرات التعاقب

٣ ـ كتابة البيانات السابقة، وذلك لحذف البيانات التامة مثل ($r^* = O,L$) و ($S_i^{**} = O,N$) وتكرار ذلك مرات عديدة كلما استدعى الامر ذلك، اي عند كل تغيير في (N أو L) يؤدي إلى وجود الدرجات التامة السابقة.

٤ ـ تحديد مجموعة أولية من معالم القدرة (b_r^o) حيث

$$b_r^o = \ln\left[\frac{r}{L-r}\right] \qquad r = 1, L-1$$

٥ ـ تحديد مجموعة أولية من معالم صعوبة البند (d_i^o) حيث

$$d_i^o = \ln\left[\frac{N - s_i}{s_i}\right] \qquad i = 1, L$$

٦ ـ جعل مركز المجموعة السابقة صفرا (متوسط صعوبات البنود) وذلك بطرح قيمة المتوسط*** $d = \frac{\sum_{i}^{L} d_i}{L}$ من صعوبة كل بند.

٧ ـ الحصول على مجموعة منقحة (معدلة) من (d_i) وذلك بتعاقب وإعادة المعادلة (٢١) حتى تتقارب قيم (d_i).

٨ ـ باستخدام هذه المجموعة المعدلة من (d_i) التي حصلنا عليها في الخطوة (٧) نحصل على مجموعة منقحة (معدلة) من (b_r)، وذلك تعاقب وإعادة المعادلة (٢٢).

٩ ـ تعاد الخطوات ٦، ٧، ٨، حتى الحصول على قيم ثابتة من (d_i).

١٠ ـ يصحح خطأ التحيز، وذلك بضرب كل (d_i) في $\frac{L-1}{L}$

١١ ـ يحسب (b_r) المضبوطة (بعد التخلص من اثر التحيز بالخطوة ١٠)

١٢ ـ يصحح خطأ التحيز بضرب كل (b_r) في $\frac{L-2}{L-1}$

(المرجع السابق، ص ٧، ٨)

---

* $r = O,L$ اي عند الدرجة الكلية (r) تساوي صفر أو تساوي أقصى درجة ممكنة (L)

** $S_i = O,N$ أي عندما يكون عدد الافراد الذين يجيبون صوابا على البند (r) مساويا صفرا (يخفق الجميع في الإجابة الصواب) أو N (ينجح الجميع في الإجابة الصواب)

*** متوسط صعوبات البنود (d) = مجموع صعوبات البنود من البند الأول (i = 1) إلى البند الأخير (i = L) مقسوما على عدد البنود (L)، فإذا طرح هذا المقدار من صعوبة كل بند تصبح هناك قيم جديدة لصعوبة كل بند، ويكون متوسطها الجديد صفرا، وهي نقطة الأصل أو صفر التدريج، الذي ننسب إليه كل من تقديرات القدرة أو الصعوبة.

● طريقة كوهين التقريبية **Cohen's Approximation:**

وهي بديل اقتصادي قدمه كوهين (١٩٧٦)، وذلك لتحديد معلمي النموذج، وذلك بافتراض ان قدرات الفرد يمكن ان تقرب بوساطة الدالة الصريحة للدرجة الكلية وان هذه الدالة معرفة تماما ما عدا واحد فقط من المعالم المضروبة والذي يمكن تقديره بوساطة الترجيح الأكبر (Wright, Mead & Bell, 1980. P. 8) ويقوم هذا الافتراض على ان الصورة الملائمة، التي يمكن ان يوصف بها التوزيع التكراري لكل من قدرات الافراد وصعوبات البنود هو التوزيع الاعتدالي. ولتطبيق هذه الطريقة التقريبية، تتبع في ذلك ثلاث خطوات رئيسية هي :

١ـ تعيين تقديرات اولية لمعالم كل من صعوبات البنود، وقدرات الافراد وتبايتها

حيث يكون التقدير الاولى لمعلم الصعوبة للبند (i) هو (d_i°) حيث :

$$d_i^\circ = \ln\left[\frac{(N-s_i}{s_i}\right] - \sum_{i}^{L}\ln\left[\frac{N-S_i}{S_i}\right] \;/ L \qquad i=1,L \qquad (٢٥)$$

ومنها تحسب القيمة (D) حيث

$$D = \sum_{i}^{L} (d_i^\circ)^2 \;/\; (L-1)\;(\overset{*}{2.89}) \qquad (٢٦)$$

(المرجع السابق ص ٩)

كما يكون التقدير الاولى لمعلم قدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية (r) هو (b_r°) حيث :

$$b_r^\circ = \ln\left[\frac{r}{L-r}\right] \qquad r = 1, L-1 \qquad (٢٧)$$

ومنها يكون.

$$b^\circ = \sum_{r=1}^{L-1} n_r\; b_r^\circ/N \qquad (٢٨)$$

---

* حيث المقدار ٢,٨٩ = (١,٧)^٢

وحيث ١,٧ هو معامل التدريج scaling factor الذي يحول المنحنى اللوغاريتمي إلى تطابق تقريبي مع المنحنى الاعتدالي.

ومن المعادلتين (٢٦، ٢٧) تحسب القيمة (B) حيث

$$B = \sum_{r=1}^{L-1} b_r \quad (b^{\circ}_r - b^{\circ})^2 \ / \ (N-1) \ (2.89) \qquad (٢٩)$$

(المرجع السابق ص٩)

٢- حساب معاملي الامتداد Expansion Coefficient

معامل الامتداد لصعوبة البند (x) : ويختص بتصحيح التقدير الاولى لمعلم صعوبة البند من تأثير اتساع مدى القدرة لأفراد العينة، ويعرف هذا المعامل بالمعادلة الاتية :

$$X = [(1+B) / (1-BD)]^{1/2} \qquad (٣٠)$$

معامل الامتداد لقدرة الفرد (Y) : ويختص بتصحيح التقدير الاولى لمعلم قدرة الفرد من تأثير اتساع مدى الصعوبة لبنود الاختبار، ويعرف هذا المعامل بالمعادلة الاتية :

$$Y = [(1+D)/(1-BD)]^{1/2} \qquad (٣١)$$

(المرجع السابق، ص ٩)

٣- حساب التقديرات النهائية للمعالم وأخطائها المعيارية

— يحسب التقدير النهائي لمعلم صعوبة البند (d_i) وذلك بضرب معامل الامتداد (x) في التقدير الاولى لمعلم صعوبة البند. اي :

$$d_i = X d_i^{\circ} \qquad i = 1^{*}, \ L \qquad (٣٢)$$

اما الخطأ المعياري لمعلم الصعوبة، فهو :

$$SE\ (d_i) = X\ [N/S_i\ (N-S_i)]^{1/2} \qquad (٣٣)$$

(المرجع السابق، ص ٩)

— كما يحسب التقدير النهائي لمعلم قدرة الفرد (b_r) وذلك بضرب معامل الامتداد (Y) في التقدير الاولى لمعلم قدرة الفرد اي.

$$b_r = Y b_r^{\circ} \qquad r = 1,L-1^{**} \qquad (٣٤)$$

---

* أي من البند الأول (1 =i) إلى البند الأخير (L =i)

** أي من الدرجة الكلية (1 =r) إلى الدرجة الكلية (1 − L =r)

اما الخطأ المعياري لمعلم القدرة، فهو

$$SE(b_r) = Y[L/r\ (L-r)]^{1/2} \quad (٣٥)$$

(المرجع السابق، ص ٩)

وقد لوحظ بالنسبة للاختبارات الطويلة نوعا ما، او تلك التي لها بوجه عام توزيع درجات متماثل، أن هذه الخطوات التقريبية Prox تعطي تقديرات تختلف بمقدار كسر من الخطأ المعياري من القيم التي نحصل عليها من الطريقة المطولة UCON (المرجع السابق، ص٩)

● **العلاقة التقييسية Caliberation Relationship بين البند، والصعوبة وبين الدرجة الكلية والقدرة**

بعد الانتهاء من تقدير معالم كل من صعوبة البند، وقدرة الفرد، نصل الى علاقتين :

أولهما : العلاقة التقييسية بين البند وصعوبته، وتتمثل في جدول يتضمن تقديرات الصعوبة (δ_i) المقابلة لكل بند من البنود المدرجة، اي (L) من تقديرات الصعوبة، وكذا انحرافاتها المعيارية.

ثانيهما : العلاقة التقييسية بين الدرجة الكلية المحتملة، وقدرة الفرد، وتتمثل في جدول يتضمن تقديرات قدرة الفرد (β_v) المقابلة لكل درجة كلية محتملة على الاختبار، اي الممتدة من الدرجة الكلية (واحد) وحتى الدرجة الكلية ($L - ١$)، حيث يحذف من التدريج الافراد الحاصلون على الدرجة (صفر) والدرجة النهائية (L). كما يرصد ايضا في هذا الجدول الاخطاء المعيارية المقابلة لكل تقدير. ولا يقتصر الامر على تقدير القدرة المقابل للدرجات الكلية التي حصل عليها افراد العينة، بل يتعدى ذلك الى الدرجات الكلية المحتملة على الاختبار.

خامسا : ملاءمة البنود للنموذج

ويعني هذا مطابقة بيانات البند مع توقعات النموذج. فالواقع ان ما سبق من تقدير للمعالم الخاصة بصعوبة البنود وقدرات الافراد، ما هي الا الخطوات الاولى لبناء اختبار مناسب ذي بنود تكون تدريجات متوافقة مع تقديرات قدرة الافراد. فقد نجد عند التطبيق العملي، وعلى غير ما نتوقع، عدم تحقق فروض النموذج بصورة ما. ويبدو هذا في عدم مطابقة النتائج الملاحظة مع توقعات النموذج. هنا نشك في ان هذا النقص في ملاءمة المعطيات للنموذج، قد يرجع الى مصدرين هما ـ سوء ملاءمة البنود، أو سوء ملاءمة الافراد، أو كليهما.

وتعود سوء ملاءمة الافراد الى ان الصعوبة النسبية لهذه البنود لدى هؤلاء الافراد تختلف عن الصعوبة النسبية لهذه البنود عند معظم الناس. وفي حقيقة الامر، فان هناك اختيار ما للافراد الذين يمكنهم اجراء اختبار معين، ويكمن هذا الاختيار في مدى القدرة التي يقيسها الاختبار. فكلما كان مدى القدرة الذي يقيسه الاختبار واسعا، كما وكيفا ـ دون ان يؤثر ذلك في خواص التدريج ـ كان الاختبار جيدا ومتوافقا مع الافراد الذين تمتد مستوياتهم الى مدى واسع. وعلى هذا، فلكي نزيد من ملاءمة مجموعة من المعطيات للنموذج ينبغي التركيز على ملاءمة البند.

ويعدّ البند سيئا من حيث ملاءمته للنموذج، إذا كانت معطياته غير مطابقة لما يتوقعه النموذج. ويبدو هذا في اي من الحالتين الاتيتين :ـ

ـ الحالة الاولى

إذا لم تكن صعوبة البند مستقرة بالنسبة لباقي البنود، وذلك عبر المستويات المختلفة لقدرة الأفراد.

ومعنى استقرار الصعوبة للبند ان يكون ترتيب صعوبة البند بين باقي البنود ثابتا، مهما اختلفت قدرة الافراد، فلا يكون البند الرابع اسهل من البند الخامس مثلا عند الأفراد الأقل قدرة، وفي الوقت نفسه يكون اصعب منه عند الافراد الاعلى قدرة او العكس. وإذا كانت صعوبة احد البنود ضعف صعوبة بند اخر، فإن هذه النسبة تظل محفوظة بينهما، مهما اختلفت قدرة الأفراد. وهذا يعني استقلال صعوبة البند عن قدرات الافراد. وفي هذه الحالة نكون قد حققنا اهم الاهداف في بناء اختبار ما، باصطلاحات نموذج (راش)، وهو ان تكون للبنود القدرة نفسها على التمييز بين قدرات الافراد.

ـ الحالة الثانية

إذا لم ينتم البند فعلا إلى مجموعة بنود الاختبار، التي يجب أن تقيس صفة

واحدة معينة فقط دون غيرها من الصفات، وذلك كما يفترض النموذج ويتطلب.

اختبار مدى ملاءمة البنود

هناك اختباران ضروريان لمعرفة مدى ملاءمة البند هما :ـ

- إحصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات Between fit (t) statistics
- إحصاء (ت) للملاءمة الكلية Total fit (t) statistics

وقد تضمنها برنامج الحاسب الالي BICAL، الذي سبقت الاشارة اليه.

أ ـ إحصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات Between fit (t) Statistics

يعتمد هذا الإحصاء على اختبار احد فروض النموذج، وهو **استقلال صعوبة البند عن قدرة الأفراد**. فإذا كانت صعوبة البنود مستقلة فعلا عن العينة، فهذا يعني :ـ

- استقرار مستوى الصعوبة النسبي للبنود عبر مستويات القدرة المختلفة، ويتمثل في استقرار ترتيب صعوبة البنود عند أي مستوى من مستويات قدرة الأفراد.
- أن يكون لتلك البنود قوة تمييز متساوية بين الأفراد على هذه القدرة. وعندئذ يكون للمنحنيات المميزة للبنود .I.C.C شكل او انحناء مشترك، ويقوم إحصاء (ت) بين المجموعات على قياس مدى الاتفاق بين المنحنى المميز للبند، كما هو ملاحظ، وأحسن منحنى مميز للبند، كما يحتمل من النموذج.

ويوضح المنحنى المميز لبند ما، كما يحتمل من النموذج، احتمالات الإجابة الصحيحة على هذا البند للافراد عند المستويات المختلفة من القدرة، كما يتوقعها النموذج من المعطيات المتاحة. في حين يوضح المنحنى الملاحظ المميز للبند، نسبة الإجابات الصحيحة، الملاحظة على هذا البند للأفراد عبر المستويات المختلفة من القدرة.

وللوصول الى هذا الإحصاء مباشرة ينبغي التحقق من متطلبات استقلال صعوبة البند عن العينة. فاذا كانت تقديرات الصعوبة، في الواقع، مستقلة عن توزيع القدرة على عينة التدريج، فإن تقديرات الصعوبة المشتقة من مجموعات فرعية مختلفة تكون متكافئة إحصائيا مع تلك المشتقة من العينة الكلية. ومعنى ان تكون تقديرات الصعوبة متكافئة إحصائيا ان نأخذ في الاعتبار قيم الخطأ المعياري للصعوبة، والتي تتراوح بينها هذه التقديرات في كل مجموعة فرعية، وللعينة الكلية.

ويمكن اختبار ذلك بدقة بوساطة تقسيم العينة الى مجموعات فرعية بناء على الدرجة الكلية، اي بناء على مستوى القدرة، ثم مقارنة الاجابات الملاحظة للبند في كل مجموعة من تلك المجموعات الفرعية، مع تلك المتوقعة لكل مجموعة منها، والمحسوبة من تقديرات الصعوبة، التي اشتقت من العينة الكلية بناء على نموذج (راش). (Wright, Mead & Bell, 1980, P.IO).

فإذا كان البند (i) ملائما في إحدى المجموعات الفرعية، ولتكن (g)، فإن عدد الإجابات الصواب، الملاحظة في هذه المجموعة (g) على البند (i) يتقارب مع توقعات النموذج، وعلى هذا فإن

$$\overset{*}{S}_{gi} = \sum_{r \in g} n_r \, P_{ri} \qquad (٣٦)$$

وهذا التعبير يتطابق مع المعادلة (١٩)، ما عدا انه مبني على عينة فرعية من الأفراد. فاذا كان تقدير صعوبة البند مستقلا حقيقة عن العينة المختارة فان هذا التعبير يمكن ان ينطبق على كل المجموعات الفرعية.

ومن الممكن تحويل المعادلة (٣٦) إلى البواقي المعيارية

$$Z_{gi} = \frac{S_{gi} - \overset{**}{\sum_{r \in g}} n_r \, P_{ri}}{\left[\sum_{r \in g} n_r \, P_{ri} \, (1 - P_{ri})\right]^{1/2}} \qquad (٣٧)$$

(المرجع السابق ص١١)

وهذه يمكن تحويلها إلى المعادلة (٣٨)؛ لتحديد متوسط المربعات بين المجموعات كلها ولتكن M مجموعة.

$$\overset{***}{V}_{Bi} = \sum_{g=1}^{M} \left[\frac{\left(S_{gi} - \sum_{r \in g} n_r \, P_{ri}\right)^2}{\sum_{r \in g} n_r \, P_{ri} \, (1 - P_{ri})} \right] \cdot \left[\frac{L}{(M-1)(L-1)} \right] \qquad (٣٨)$$

---

* (S_{gi}) تحدد عدد الأفراد الذين يجيبون صوابا على البند (i) في المجموعة (g)

** ($\sum_{r \in g} n_r P_{ri}$) هو مجموع حاصل ضرب عدد الأفراد الحاصلين على كل درجة من الدرجات (r) × احتمال نجاح الأفراد الحاصلين على هذه الدرجة على البند (i) وذلك من أقل درجة ممكنة يحصل عليها فرد في المجموعة (r= 1) إلى أقصى درجة ممكنة يحصل عليها فرد في هذه المجموعة (L - 1)

*** (V_{Bi}) متوسط المربعات بين المجموعات،

(المرجع السابق، ص١١)

واخيرا، فإن متوسط المربعات بين المجموعات هذا يمكن التعبير عنه في صورة معيارية كما يلي :

$$\overset{*}{t}_{Bi} = aV_{Bi}^{1/3} - a + \frac{1}{a} \qquad (٣٩)$$

حيث a مقدار ثابت هو $a = [(4.5(M-1)]^{1/2}$
(المرجع السابق، ص١١).

وتركز قيم إحصاء (ت) بين المجموعات على التغير Variation في الاستجابة للبند، عبر مجموعات القدرة المختلفة، والتي تتراوح بين مجموعتين، الى ست مجموعات. لذا فهذا الإحصاء حساس بصورة خاصة للتغير في صعوبة البند، التي تقترن بالتغير في قدرة الأفراد. وعلى هذا فعلى عكس الحال في تقدير صعوبة البند، التي لا تعتمد على العينة، فان هذا الإحصاء للملاءمة من الضروري ان يعتمد على العينة. اما درجات الحرية لهذا الإحصاء، فهي تساوي (عدد المجموعات ـ ١)، أي تتراوح بين درجة الى خمس درجات من درجات الحرية (المرجع السابق، ص ١٣). ومن الواضح ان متوسط المربعات بين المجموعات (V_{Bi}) ينبغي ان يكون موجبا دائما، وعلى هذا فان توزيعه التكراري يكون ذا ذيل واحد فقط. لذا فانه عند تحويل (V_{Bi}) الى الصورة المعيارية (t_{Bi}) يكون توزيعها ايضا ذا ذيل واحد.

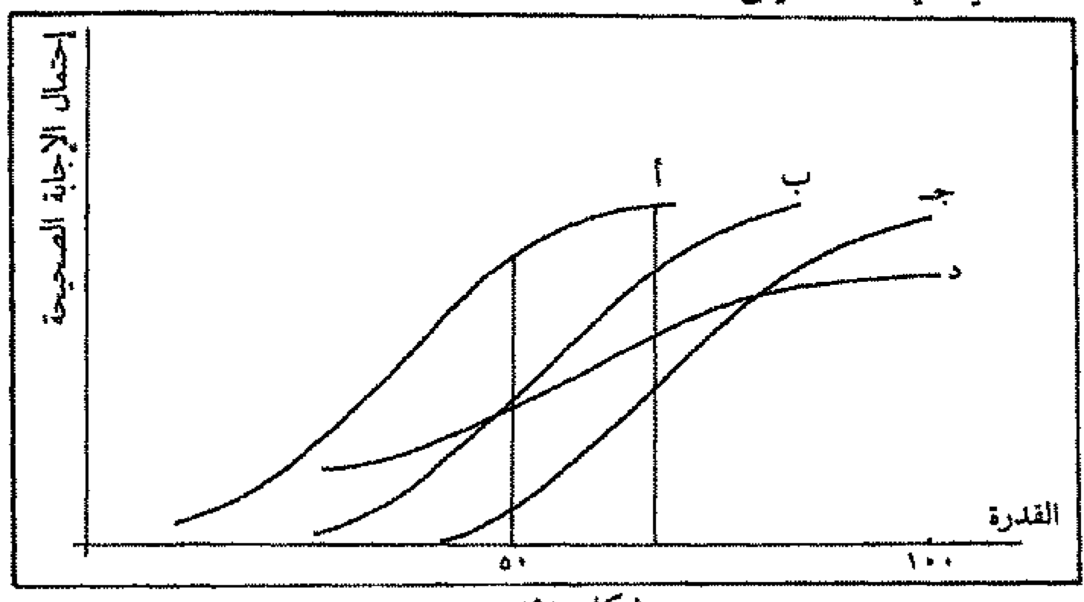
فاذا ساوت قيمة إحصاء (ت) بين المجموعات لاحد البنود ـ حد الدلالة، او تعدته، دل هذا على ابتعاد المنحنى الملاحظ المميز للبند عن المنحنى المتوقع من النموذج ـ المميز لهذا البند ـ ويكون البند عندئذ غير ملائم للنموذج. اما إذا قلت قيمة إحصاء (ت) بين المجموعات عن حد الدلالة، دل هذا على اقتراب المنحنيين من بعضهما، وأن الابتعاد بينهما غير جوهري. وعندئذ يتوفر للمنحنى الملاحظ المميز للبند ما يتوفر لذلك المنحنى المتوقع من النموذج، من استقرار لصعوبة البند عبر مستويات القدرة المختلفة؛ أي يتوفر فيه فرض النموذج من استقلال لصعوبة البند عن العينة، ويكون البند عندئذ ملائما للنموذج.

---

* (t_{Bi}) إحصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات

توازي المنحنيات المحددة للبنود الملائمة

يختص إحصاء (ت) بين المجموعات ايضا باختبار ما إذا كانت المنحنيات المميزة للبنود الملائمة ذات ميل، او انحناء مشترك. (المرجع السابق، ص ١١) فعندما تكون البنود مستقلة فعلا عن العينة، فان قوة البنود على التمييز تكون متساوية، ومن ثم تكون تلك المنحنيات المميزة للبنود متوازية؛ أي ذات انحناء مشترك. عندئذ يكون متوسط التوزيع الملاحظ لقيم (ت) بين المجموعات قريبا من الصفر وانحرافه المعياري قريبا من الواحد وذلك للبنود الملائمة. (المرجع السابق، ص٨٤) ويمثل الشكل الاتي المنحنيات المميزة للبنود أ، ب، جـ، د، حيث يلاحظ ما يأتي :



شكل (٩)
المنحنيات المميزة لأربعة بنود

- تتوازى تقريبا المنحنيات (أ)، (ب)، (جـ)، أي إن لها شكلا او انحناء عاما واحدا. ومعنى هذا ان الزيادة المتساوية في مستوى القدرة (مستوى الدرجة الكلية)، يقترن بزيادة متساوية تقريبا في احتمال الإجابة الصحيحة على أي من هذه البنود. وبعبارة اخرى إن قوة تمييز البنود بين قدرات الأفراد متساوية، وهذا ما يختلف بالنسبة للمنحنى (د).
- إن فاعلية* البند (أ) تمتد من المستوى المنخفض من القدرة، وحتى المستوى فوق

* فاعلية البند على التمييز : هي مدى القدرة التي يمكن للبند أن يميز فيه بين الأفراد .

المتوسط مباشرة، وليس لهذا البند فائدة تذكر للافراد ذوي المستوى العالي من القدرة ولا يستطيع ان يميز بينهم على هذه القدرة حيث يمكن لهؤلاء الأفراد جميعا الإجابة الصواب على هذا البند. اما البند (جـ)، فتمتد فاعليته من المستوى المتوسط، وحتى المستوى العالي من القدرة، وليس لهذا البند فائدة تذكر للأفراد المنخفضين في القدرة. حيث يخفق هؤلاء جميعا في الإجابة على هذا البند، ومن ثم فهو لا يستطيع ان يميز بينهم. اما البند (ب)، فتمتد فاعليته عبر المستويات المتوسطة من القدرة.

في المدى المشترك لفاعلية هذه البنود الثلاثة (أ، ب ، جـ)، يكون احتمال الإجابة الصواب على البند (أ) أكبر دائما من احتمال الإجابة الصواب على البند (ب)، وهذا يكون دائما أكبر من احتمال الإجابة الصواب على البند (جـ)، وذلك عند أي مستوى من مستويات هذه القدرة، المحدود بالمدى المشترك لفاعلية هذه البنود. أي ان البند (أ) يكون دائما اسهل من البند (ب)، وهذا يكون دائما اسهل من البند (جـ)، وذلك عند المستويات المختلفه من القدرة في هذا المدى المشترك لفاعلية هذه البنود. أي ان صعوبة هذه البنود تكون مستقرة عبر مستويات القدرة، مما يعني ملاءمة هذه البنود للنموذج.

أن احتمال الإجابة الصواب على البند (د) يكون أكبر من احتمال الإجابة الصواب على البند (ب) عند المستوى المنخفض من القدرة في حين تكون أقل منها عند المستوى العالي من القدرة. معنى هذا ان البند (د) يكون اسهل من البند (ب) في المستويات المنخفضة من القدرة بينما يكون اصعب منه في المستويات العالية من القدرة. وهذا ما يمكن استنتاجه ايضا عند مقارنته بالبند (جـ)، حيث يكون البند (د) اسهل من البند (جـ) في المستويات المتوسطة من القدرة، في حين يكون اصعب منه عند المستويات العالية من القدرة. ومعنى هذا ان صعوبة هذا البند (د) غير مستقرة عبر مستويات القدرة المختلفة. وهو اخلال بفرض النموذج عن استقلال صعوبة البند عند قدرات العينة، مما يعني عدم ملاءمة هذا البند للنموذج.

قوة البند على التمييز

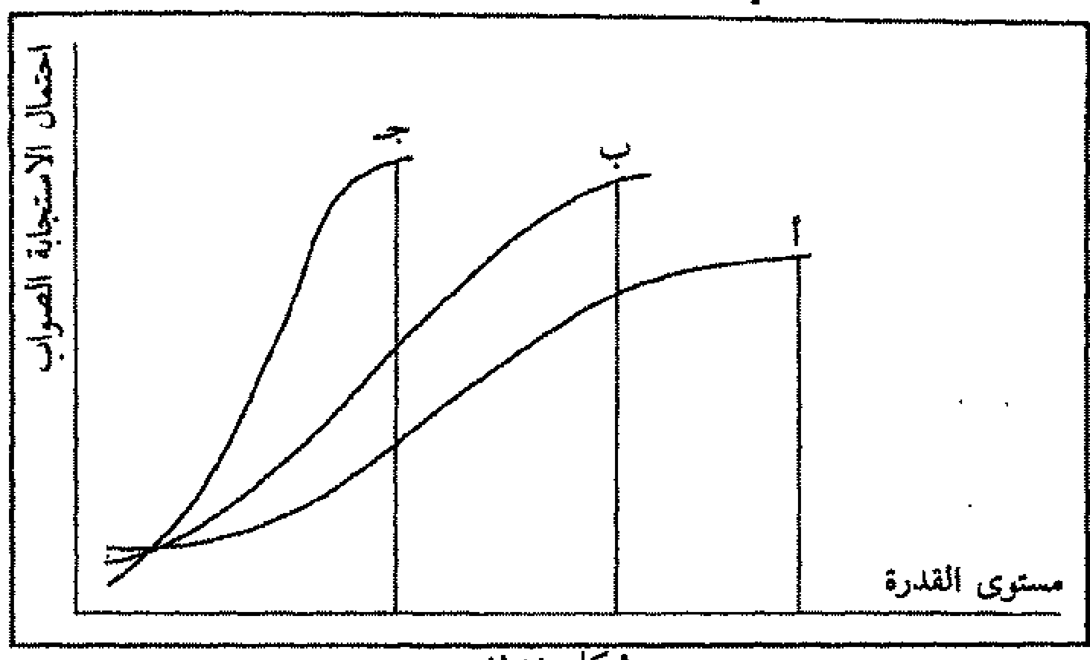
تقل قوة البند على التمييز بين الأفراد على مستويات القدرة المختلفة او تزيد تبعا لانحناء المنحنى المميز للبند، حيث يصور هذا المنحنى العلاقة بين

إحتمال الاستجابة الصواب والمستويات المختلفة للقدرة، ومن هنا أمكن للباحثه التوصل للتعريف الآتي:

قوة البند على التمييز: هو معدل التغير في احتمال الاستجابة الصواب للأفراد على البند بالنسبة لمستوى القدرة. وتقدر هذه القوة بمعامل التمييز حيث:

معامل التمييز: هو الميل النسبي للمنحنى المميز للبند على محور القدرة.

ويوضح الشكل الآتي ثلاثة منحنيات مميزة لثلاثة بنود (أ ، ب ، جـ)، حيث تختلف هذه المنحنيات في درجة انحنائها على محور مستوى القدرة.



شكل (١٠)
الميل النسبي للمنحنيات المميزة للبنود

يلاحظ من الشكل (١٠) ما يأتي :

- ان فاعلية البند (أ) تغطي مدى من القدرة أكبر من ذلك الذي تغطية فاعلية البند (ب)، والتي تغطي بدورها مدى أكبر من المدى الذي تغطيه فاعلية البند (جـ).
- ان التغير الذي يحدث في احتمال الإجابة الصواب على البند، الذي يقترن بالتغير بمقدار ثابت، من مستوى القدرة، وذلك لكل منحنى من المنحنيات

الثلاثة يكون أقل ما يمكن للمنحنى (أ) ثم يزيد للمنحنى (ب) ويزيد اكثر للمنحنى (جـ).

بمعنى أن البند (أ) هو أقل البنود من حيث القوة على التمييز بين مستويات القدرة وان البند (جـ) هو اكثر البنود من حيث القوة على التمييز بينها.

وعلى هذا فان :

- البند (أ) هو اكثر البنود فائدة للتمييز بين الأفراد على المدى الاوسع من القدرة، ولكنه اقلها فائدة من حيث حساسيته للتمييز بين هؤلاء الأفراد، أي اقلها من حيث قوة التمييز بينهم.
- البند (جـ) هو أقل البنود فائدة للتمييز بين الأفراد على المدى الضيق من القدرة. ولكنه اكثرها فائدة من حيث الحساسية للتمييز بين هؤلاء الأفراد. أي انه اكثر البنود من حيث قوة التمييز.
- البند (ب) هو أوسط البنود من حيث مدى القدرة التي يميز فيه بين الأفراد، وكذلك هو اوسط البنود من حيث قوتها على التمييز.

أي ان اقوى البنود تمييزا يكون ذا فاعلية على المدى الضيق من القدرة، وان اضعف البنود تمييزا يكون ذا فاعلية على المدى الواسع من القدرة.

وعلى هذا يكون احسن البنود، من حيث قوة التمييز، هو تلك البنود متوسطة التمييز أي ان احسن ميل للمنحنى المميز للبند، كما يحتمل من النموذج، هو عندما تكون زاوية ميله على محور القدرة ٤٥° عندئذ يتأرجح ميل هذا المنحنى حول القيمة المثلى واحد، (حيث الميل النسبي للمنحنى ظا ٤٥° = ١).

وتكون قوة تمييز البند مناسبة، عندما يقترب المنحنى الملاحظ المميز للبند من المنحنى الامثل المحتمل من النموذج، وعندئذ يكون معامل التمييز للبند، الذي يصف الانحناء النسبي للمنحنى المميز لهذا البند قريبا من (الواحد). اما إذا قل معامل التمييز بشده عن (الواحد)، فإنه يكون اكثر تسطيحا من المحتمل، ويخفق عندئذ في التمييز بين الأفراد، ويقترن هذا الحال بمعامل ارتباط ثنائي منخفض بين الإجابة على السؤال والدرجة الكلية على الاختبار. اما اذا زاد معامل التمييز بشدة عن (الواحد) فان المنحنى المميز للبند يكون اكثر انحدارا من المنحنى الامثل للبند، ويبدو عندئذ هذا البند اكثر تمييزا من البنود المتوسطة في الاختبار. ولكن ينبغي فحص هذا البند قبل عده مقبولا، ففي اغلب الاحيان يكون ارتفاع معامل التمييز

الاكبر من (واحد)، عرضا لتفاعل نوعي بين خاصية للبند ومميز ثانوي لبعض، وليس كل افراد العينة. (Wright, Mead & Bell, 1980, P. 84 – 85)

معنى هـذا أنه ليس هنـاك حد أدنىً فقط لمعـامـل التمييـز، كـما هي الحـال في الطريقة المألوفة (الجماعية ـ المرجع) لتحليل البنود، ولكن هنالك حد أدنى وحدّ أعـلى لمعامل التمييز عندما نعتمد في التحليل على نموذج (راش). أما المدى الذي تتـراوح فيه قيمة معامل التمييز حول القيمة المثلىٰ (واحد)، فهو أمر توفيقي يعتمد على عوامل أخرى كثيرة، بجانب أسس القياس النفسي (Murray, 1976, P.427) .

وقـد أوضـح (George, A., 1979)، أنـه لكي يكـون نمـوذج (راش) فعـالاً في تحليل نتائج الاختبارات، فينبغي أن تكون معاملات تمييز البنـود شديـدة التقارب. كما أوضحت دراسة (Ramaswamy, 1976) ضرورة حذف البنود التي تتجاوز المـدى الضيق من معاملات التمييز، حتى يتوفر ثبات قوة التمييز للبنود الملائمة.

ولكن ما المدى الذي يعدّ مدى ضيقا؟

لم تحدد دراسة (Willmott & Fowles, 1974, P3g) المدىٰ الذي تتـأجج بينـة قيم معـاملات التمييـز، ولكنها أوضحت أن البنـود غير المـلائمة، إما أن تكون عـاليـة التمييز، أو منخفضة التمييـز، في حين أن معـاملات التمييـز للبنود المـلائمة تقـع في المدى الأوسط (الضيق) من قيم معاملات التمييز.

أمـا دراسة (Dinero & Haertel, 1977)، فقـد أوضحت أن ازدياد التبـاين بين معاملات التمييز من (٥٠ ,) إلى (٢٥ ,) لا يؤثر كثيرا في نقص الملاءمة. وقد حسبت البـاحثة. المـدى الذي تتـراوح بينه قيم معـامـل التمييـز عنـد الحـد الأدنى من هـذا التبـاين، وهو (٥٠ ,)؛ أي عنـدما يكـون الانحراف* المعيـاري = (٢٢ ,)، وذلـك حول القيمة المثلى (واحد).

فكان المدى** المتقبل الذي يتأجج بينه معامل التمييز للبنود عند مستوى ٠٥ ,، هـو من (٥٧ ,) الى (١,٤٣) حيث تتـأرجـح زاويـة الميـل عـلى محـور القـدرة بـين (٣٩,٦٨°) الى (٥٥,٠٤°).

أما المدى*** المتقبل الذي يتأرجح بينه معامل التمييز عند مستوى ٠١ ,، فهو:

---

* الانحراف المعياري لهذا التوزيع = $\sqrt{}$ التباين = $\sqrt{}$ ٠٥ , = ٢٢ ,

** الحدود المتقبلة التي يتأرجح بينها معامل التمييز حول القيمة المثلى (واحد)
عند مستوى الدلالة ٠٥ , ٠ = ١ ± ١,٩٦ × ٠,٢٢ = بين ٠,٥٧ إلى ١,٤٣

*** اما الحدود المتقبلة التي يتأرجح بينها معامل التمييز حول القيمة المثلى (واحد)،
عند مستوى الدلالة ٠,٠١ = ١ ± ٢,٥٨ × ٠,٢٢ = بين ٠,٤٣ إلى ١,٥٧

من (٤٣ ،) إلى (٥٧ ، ١) حيث تتأرجح زاوية الميل على محور القدرة بين (٢٧ ، ٢٣°) إلى (٥١ ، ٥٧°).

وليس هناك مدى ثابت تتأرجح فيه قيم معـاملات التمييـز حول القيمـة المثلى (واحد) وإنما يتوقف هٰذا المدى على قيمة تباين معاملات التمييز لبنود الاختبار.

ب ـ إحصاء (ت) للملاءمة الكلية Total fit (t) Statistics

يعتمد هٰذا الاحصاء على أحد فروض النموذج، وهو أن جميـع البنود لاختبـار ما تثير استجابات لدى الأفراد على الصفة نفسهـا. بمعنى أن تقيس جميع البنود صفة واحدة. وعلى هٰذا فإن البند الملائم للنموذج ينبغي أن يتفق في التعبير عن الصفـة مع تلك التي تعبر عنها باقي بنود الاختبار.

ويُقَوِّم إحصاء (ت) للمـلاءمة الكلية، مدى الاتفـاق بوجـه عام بين المتغير الذي يعرفـه بند مـا، والمتغير الـذي تعرفـه باقي البنـود، وذلك عـبر العينة كلهـا. (Wright, Mead, Bell 1980, P. 84) وعلى هٰذا فهو يختص باختبار ملاءمة البند بـوجه عام من فرد إلى فرد.

فإذا كان البند متفقا مع باقي البنود في قياسه للمتغير، موضوع الدراسة، كان هناك اتساق بين الاستجابات الملاحظة للأفـراد على هـذا البند، واستجـاباتهم عـلى باقي بنود الاختبـار (الدرجـة الكلية لـلأفراد عـلى الاختبار)، والتي يشتق منهـا تبعا للنموذج احتمالات نجاح الأفراد على البند.

بناء على ذلك، إذا حدث اتساق بين الاستجابات الملاحظة لـلأفراد عـلى بند ما، وبين احتمال نجاحهم عليه (كما يقدر من النموذج)، كان معنى هٰذا هو الاتساق بـين الاستجابـات الملاحـظة لهٰؤلاء الأفراد عـلى هٰذا البنـد، ودرجاتهم الكليـة عـلى الاختبار؛ أي استجاباتهم على باقي بنود الاختبار. وهٰذا دليل على الاتفاق في الصفة التي يعبر عنها هٰذا البند، والصفة التي تعبر عنها باقي البنـود عبر جميـع العينة. ويعني هذا ملاءمة البند للنموذج بوجه عام.

ـ حساب إحصاء (ت) للملاءمة الكلية من متوسط مربعات البواقي المعيارية (v)

يقوم حساب هـذا الإحصاء عـلى مقارنـة نتائـج تفاعـل كل (فـرد / بند) أي (X_{vi})، بـالاحتمال المتـوقع لهـذا التفاعـل كما يقـدر من النموذج أي (P_{vi}). وتكـون للبواقي المعيارية هنا صورة البواقي بين المجموعات؛ أي:

$$Z_{vi} = \frac{X_{vi} - P_{vi}}{[P_{vi}\ (1 - P_{vi})]^{1/2}} \qquad (٤٠)$$

(Wright, Mead & Bell, 1980, P. I2)

وهذه يمكن تربيعها وتجميعها بالنسبة لجميع الأفراد، لتكون متوسط المربعات الكلي حتى يمكن تقويم ملاءمة البند للنموذج. كما يمكن تربيعها وتجميعها بالنسبة لجميع البنود، حتى يمكن تقويم ملاءمة الفرد للنموذج.

وإلى الحد الذي تقترب منه البيانات من النموذج، يكون توقع توزيع هٰذه البواقي المستخرجة (Z_{vi}) اعتداليا تقريبا، بمتوسط قدره (صفر) وتباين قدرة (واحد).

كما تقترب توزيعات مربعاتها من توزيع كا² بدرجة حرية (واحدة).

وتساعد هٰذه القيم والتوزيعات المرجعية في معرفة ما إذا كانت البواقي المعيارية المقدرة تنحرف جوهريا عن توقعاتها النموذجية، مما ينبىء عما إذا كان هناك شيء غير متوقع قد حدث عند مجابهة الفرد (v) للبند (i). ولا تثير مجرد الاستجابة الواحدة غير المتوقعة من المتاعب، ما تثيره مجموعة كبيرة من القيم غير المتوقعة من (Z_{vi}). ويتجمع التأثير المتراكم لهٰذه القيم عبر البنود لفرد ما، أو عبر الأفراد لبند ما، ليوضح مدى معقولية قياس الفرد أو تدريج البند، ومن ثم لوضع معنى قياس هٰذا الفرد أو تدريج هذا البند موضع الشك.

(Wright & Stone, 1970, P. 7I)

ولما كانت الاستجابة (X_{vi}) لها قيمتان فقط هما (صفر)، (واحد)، فمن الممكن التعبير عن البواقي باصطلاحي تقدير قدرة الفرد (b_v)، وصعوبة البند (d_i)، فحيث

$$Z_x = \frac{(X - P)}{[P\ (1 - P)]^{1/2}} \qquad (٤٠)$$

فعند X تساوي صفر فإن:

$$Z = \frac{-P}{[P\ (1 - P)]^{1/2}} = \left[\frac{P}{1 - P}\right]^{1/2} \qquad (٤١)$$

وعند X تساوي (واحد) فإن :

$$Z_1 = \frac{1-P}{[P\,(1-P)]^{1/2}} = \left[\frac{1-P}{P}\right]^{1/2} \qquad (٤٢)$$

$$\because P = \frac{\exp(b-d)}{1+\exp(b-d)}$$

$$\therefore^{*} \frac{P}{1-P} = \exp\,(b-d) \qquad (٤٣)$$

$$\& \ \frac{1-p}{P} = \exp(d-b) \qquad (٤٤)$$

من المعادلتين (٤١ ، ٤٣)

$$\therefore\ Z_0 = -\exp\frac{(b-d)}{2}$$

$$\therefore\ Z_0^2 = \exp\,(b-d) \qquad (٤٥)$$

ومن المعادلتين (٤٢ ، ٤٤)

$$\therefore\ Z_1 = \exp\ \frac{(d-b)}{2}$$

$$\therefore\ Z_1^2 = \exp\,(d-b) \qquad (٤٦)$$

وعلى وجه العموم تكون

$$Z^2 = \exp\,(2x-1)\,(d-b) \qquad (٤٧)$$

وعلى هذا فإن المقدار ($\exp\,(b-d)$) يوضح ويدل على عدم التوقع عندما تكون الاستجابة خاطئة ($X_{vi} = O$) على بند سهل نسبيا؛ أي عندما تكون قدرة الفرد أكبر من صعوبة البند ($b > d$) .

كما يوضح المقدار $\exp\,(d-b)$ ويدل على عدم التوقع، عندما تكون الاستجابة صائبة ($X_{vi} = 1$) على بند صعب نسبيا ؛ أي عندما تكون صعوبة البند أكبر من قدرة الفرد ($d > b$) .

وعند تحقيق قيم (Z_1, Z_0) من المعادلتين (٤٥) ، (٤٦) وذلك لكل (X_{vi}) المساوية لصفر أو (واحد) على الترتيب، يتم تجميعها عبر البنود ($\sum_{i=1}^{L} Z^2$) ,لتقييم مدى معقولية قياس أي فرد. كما يتم تجميعها عبر الأفراد ($\sum_{v=1}^{N} Z^2$) ؛ لتقييم مدى معقولية تدرج أي بند. وتوضح هذه التجميعات نمط الاستجابة غير المتوقعة لكل من البند والفرد.

---

* باستخدام نظريات التناسب

ويكون توزيع Z^2 $\sum_{i}^{L}$ هو توزيع (كا^٢) بدرجات حرية $(d.f = L-1)$*
حيث L عدد البنود

كما يكون توزيع Z^2 $\sum_{v}^{N}$ هو توزيع (كا^٢) بدرجات حرية $(d.f = N-1)$ حيث N عدد الأفراد

ويحسب متوسط مربعات البواقي المعيارية الخاصة بالفرد من المعادلة

$$V_v = \sum_{i}^{L} \frac{Z^2}{L-1} \qquad (٤٨)$$

ويحسب متوسط مربعات البواقي المعيارية الخاصة بالبند من المعادلة

$$V_i = \sum_{v}^{L} \frac{Z^2}{N-1} \qquad (٤٩)$$

ويمكن تقييم متوسط مربعات البواقي المعيارية (V) بصورة مناسبة بإحصاء (t) حيث :

$$t = (\ln(V) + (V - 1)\left[\frac{d.f}{8}\right]^{1/2} \qquad (٥٠)$$

حيث يتوزع بصورة اعتدالية تقريبا، بمتوسط قدرة صفر، وانحراف معياري قدره واحد، (Wright, Mead & Bell, 1980, P.13 & 84; Wright & Stone, 1979, P.77).

— حساب إحصاء (ت) للملاءمة الكلية من متوسط المربعات الموزونة

هناك اتجاه آخر لإحصاء (ت) للملاءمة الكلية يعدّ بديلا عن السابق وله صفات، مقاربة مشابهة ـ ولكنه أشد بالنسبة للبيانات التي تبعد عن نطاق دقة القياس. ويقوم هذا الاتجاه أو هذه الطريقة على نسبة كل بواقي مربعة إلى المقدار الآتي $P_{vi}(1 - P_{vi})$ وبذلك يمكن حساب متوسط المربعات الموزون هذا بالطريقة الآتية :

ـ يوجد الفرق بين الاستجابة الملاحظة (X) وتوقع النموذج المقدر لها P حيث :

$$P = \frac{\exp(b-d)}{1+\exp(b-d)}$$

---

* d.f ترمز لدرجات الحرية

ـ تجمع مربعات الفروق هذه $(X - P)^2$ بالنسبة للأفراد لاختبار ملاءمة البند، وبالنسبة للبنود، وذلك لاختبار ملاءمة الفرد.

ـ يقسم مجموع مربعات الفروق $\Sigma(X - P)^2$ على توقع النموذج $\Sigma P(1 - P)$ لتكون أداة إحصائية هي متوسط المربعات الكلي.

$$V_t = \frac{\Sigma(X-P)^2}{\Sigma P(1-P)} \quad (٥١)$$

بقيمة متوقعة (واحد) وتباين قدره

$$S^2 = \frac{\Sigma P(1-P) - 4\Sigma[P(1-P)]^2}{[\Sigma P(1-P)]^2} \quad (٥٢)$$

(Wright, Mead, Bell, 1980, P.13)

وهذه القيمة المتوقعة (واحد) تعدّ قيمة مرجعية، تعبر عن تمام ملاءمة البند للنموذج، وتزيد قيمة متوسط المربعات الموزونة عن (واحد)، كلما حاد المنحنى الملاحظ المميز للبند عن ذلك المتوقع؛ أي عندما يخفق عدد كبير من الأفراد ذوي القدرة العالية في استجاباتهم على بند سهل، أو عندما ينجح عدد كبير من الأفراد ذوي القدرة المنخفضة في استجاباتهم على بند صعب (Wright; Mead, Bell, 1980, P.83)؛ أي تزيد قيمة متوسط المربعات الموزونة عن (الواحد) كما قلت ملاءمة البند. ويكون البند ملائما كلما كانت قيمة متوسط المربعات الموزونة مساوية أو تقل عن (واحد). وبالطبع فإن متوسط المربعات لا يكون إلا موجبا؛ لذا فهو توزيع ذو ذيل واحد ومن متوسط المربعات الموزونة يمكن الوصول إلى إحصاء (ت)، للملاءمة الكلية (t_t)

$$t_t = (V_t^{\frac{1}{3}} - 1)\frac{3}{S} + \frac{S}{3} \quad (٥٣)$$

(Wright, Mead & Bell, 1980, P.13)

وينبغي نظريا أن يكون التوزيع التقريبي لهذا الإحصاء التائي إعتداليا، له متوسط (صفر)، وانحراف معياري = ١ . أما تطبيقيا، فإن الانحراف المعياري قد ينخفض إلى (٧ ,) عندما تبعد البيانات عن نطاق دقة القياس. وبوجه عام إذا زادت قيم ملاءمة (ت) الكلية سواء للبنود أو الأفراد عن ٥ , ١، فينبغي اختبار الاستجابة

* هو الانحراف المعياري لمتوسط المربعات، وهو معرف بالمعادلة (٥٢)

من حيث مخالفتها للمألوف. وبالطبع فإن القيم التي تزيد عن ٢ ، تكون جديرة بالملاحظة والانتباه (Wright, Mead & Bell, 1980, P.13)

ويقوم برنامج BICAL للحاسب الآلي الذي وضعه كل من رايت، ميد وبل ، بحساب إحصاءات (ت) للملاءمة الكلية. كما يراجع أيضا عينة التدريج ، بغرض اختبار ملاءمة الفرد، ثم حذف الأفراد عندما يكون نمط إجاباتهم بعيدا عن المتوقع إلى حد كبير. ويمكن إختبار محك الحذف هذا عند كل عملية تدريج . وعدّ برنامج بيكال أن الفرد الذي تزيد قيمة (ت) الكلية الخاصة به عن (٢) فردا غير ملائم ، يحذف من عينة التدريج . وبهذا يمكن إبعاد الاستجابات غير المعقولة للأفراد، التي تؤثر في نتائج ملاءمة البنود، وعندئذ يعتمد تحليل ملاءمة (ت) الكلية على نوعية البند فقط (المرجع السابق ص١٥).

تأثير الخطأ المتراكم : Error Impact

وهو الخطأ المتراكم الناتج عن عدم ملاءمة البند، فهو مقياس للخطأ النسبي ، الذي يزداد ويتراكم ، والذي قد يكون راجعا إلى عدم ملاءمة البند، ويحسب تأثير الخطأ المتراكم هذا بالمقدار (١ - ½ V_t) (المرجع السابق ، ص ١٤) .

وإذا كان متوسط المربعات الموزونة يساوي أو يقل عن (واحد) ، كان تأثير الخطأ المتراكم مساويا صفراً . أما إذا زاد متوسط المربعات الموزونة عن (واحد) ، فإن تأثير الخطأ المتراكم يزداد متناسبا مع الفرق بين الجذر التربيعي لمتوسط المربعات والمقدار واحد (المرجع السابق ، ص ٨٤)

كفاءة البند :

تزيد كفاءة البند في تقدير قدرة الفرد كلما اقترب كل منهما من الآخر ، ويكون الحد الأقصى لهذه الكفاءة عند (b - d = 0) وتكون البيانات عندئذ محققة للهدف تماما right on target . وتقل كفاءة البند في تقدير الفرد كلما زاد الفرق بينهما، وهنا تبدو الحاجة إلى مزيد من البنود للتوصل إلى قياس مشابه في دقته لذلك الحد الأقصى من الكفاءة؛ لذا فإن طول الاختبار الضروري لتحديد دقة معينة ، يتناسب عكسيا مع الكفاءة النسبية للبنود المستخدمة .

وقـد أمكن تصنيف كفاءة البنـود إلى أربعة مستـويات، يتنـاسب عكسيا مـع الفرق بين d, b . (Wright & stone, 1979, P. 75)

جدول رقم (٣)
مستوى كفاءة البند

الفرق بين d, b	مستوى كفاءة البند	مدى تحقيق الهدف (القياس)	مدى الملاءمة
$\lvert b-d \rvert < 1$	٧٩ ٪ أو أكثر	يحقق الهدف تماما	من الصعب أن يكون هناك عدم ملاءمة
$\lvert b-d \rvert < 2$	٤٥ ٪ أو أكثر	يحقق الهدف تماما	
$2 < \lvert b-d \rvert < 3$	أقل من ٤٥ ٪	ابتعاد قليل عن الهدف	يبدو عدم الملاءمة عند تراكم الاستجابات غير المتوقعة
$3 < \lvert b-d \rvert < 4$	أقل من ١٨ ٪ وهي كفاءة ضعيفة	ابتعاد كبير عن الهدف	تبدو عدم الملاءمة حتى لو ظهرت استجابة واحدة غير ملاءمة
$4 < \lvert b-d \rvert$	أقل من ٧ ٪ وهي كفاءة ضئيلة جدا	تطرف في الابتعاد عن الهدف	

وتقدر كفاءة البند النسبية (I) من المعادلة

$$I = 400\,P(I - P) \qquad (٥٤)$$

(Wright; Stone, 1979, P. 73)

وبهٰذه الكفاءة النسبية للبند يمكن للاستجابة المشاهدة أن تعطي معلومات عن تفاعل الفرد والبند. وقد أدخل العامل ٤٠٠ في المعادلة، حتى تكون الكفاءة النسبية لأي بند في قياسه لفرد ما على هيئة نسبة مئوية من الحـد الأقصى لكفاءة البنـد؛ أي عندما تتساوى صعوبته مع قدرة الفرد؛ أي عند (b-d = 0) . وتستخدم هٰذه الكفاءة النسبية للبند للحكم على مدى دقة قياس البنـد للفرد. وعـلى هذا تبـدو الحاجـة إلى خمسة بنود ذات كفاءة نسبية ٢٠ ٪؛ لتعـطينا معلومـات عن قدرة فـرد ما، التي يمكن الحصول عليها من بند واحد فقط ذي كفاءة نسبية ١٠٠ ٪.

الخلاصة

مما سبق يمكن استخلاص ثلاثة محكات أساسية يمكن أن يقوم عليها اختيار البنود الملائمة واستبعاد البنود غير الملائمة .

المحك الأول : أن يتفق البند في تعريفه للمتغير مع ذلك الذي تعرفه وتعبر عنه باقي البنود .

ويختص بذلك إحصاء (ت) للملاءمة الكلية Totat (t) fit Statistics لكل بند من البنود. ويقوم هذا الإحصاء باختبار ملاءمة البند للنموذج ، وذلك بوجه عام من فرد إلى فرد. فإذا ما حدث اتساق بين الاستجابات الملاحظة للأفراد على البند، واحتمال نجاحهم عليه، كان معنى هذا ان هناك اتساقا بين الاستجابات الملاحظة للأفراد على هذا البند، ودرجاتهم الكلية على الاختبار؛ أي استجاباتهم على باقي بنود الاختبار. وهذا يدل على الاتفاق بين الصفة التي يعبر عنها هذا البند، والصفة التي يعبر عنها باقي البنود، وذلك عبر العينة كلها. ومعنى هذا ملاءمة البند بوجه عام لمتطلبات النموذج .

وعندئذ يكون :

- متوسط المربعات الموزنة (V_i)، أصغر أو مساويا للواحد، ويكون هذا دليلا على تمام ملاءمة البند للنموذج .
- تأثير الخطأ المتراكم (Error impact) الناتج عن عدم ملاءمة البند مساويا للصفر .
- قيمة اختبار (ت)للملاءمة الكلية صفرية (غير دالة إحصائيا) .

أما إذا كانت الحال هي العكس، فيعني ذلك عدم ملاءمة البند للنموذج بوجه عام.

وعندئذ يكون :

- قيمة متوسط المربعات الموزونة V_i أكبر من الواحد، (باستخدام الانحراف المعياري) .
- تأثير الخطأ المتراكم أكبر من الصفر .
- قيمة (ت) للملاءمة الكلية دالة إحصائية .

وينبغي عندئذ حذف مثل هذا البند، حيث إنه لا يعبر عن الصفة نفسها التي تعبر عنها باقي البنود .

وتتوزع قيم (ت) هذه، للبنود الملائمة اعتداليا، بمتوسط قدره (صفر) وانحراف معياري قدره (واحد) . ومن الملاحظ أنه قد تنخفض قيمة المتوسط إلى (٥ , ٠) وإنحراف معياري قدره (٦ , ٠) (Wright, Mead & Bell, 1980, P.84) .

ويستخدم أيضا هذا الإحصاء (ت) للملاءمة الكلية لكل فرد من الأفراد، وذلك لاستبعاد الأفراد غير الملائمين للنموذج . حيث تختلف الصعوبة النسبية للبنود عند هؤلاء الأفراد عنها عند معظم الأفراد . ويؤثر عدم استبعاد الأفراد غير الملائمين للنموذج في نتائج ملاءمة البنود . إذا ينبغي حذفهم من التحليل قبل القيام بإحصاء الملاءمة الكلية للبنود .

المحك الثاني : أن يكون البند مستقلا عن العينة .

ويختص بذلك إحصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات Between fit (t) Statistics الذي يحقق :

أ ـ اختبار مدى استقرار مستوى الصعوبة النسبي للبنود عبر مستويات القدرة المختلفة .

ومعنى هذا ان يظل ترتيب الصعوبة للبنود ثابتا عند كل مستوى من مستويات القدرة . ويعتمد هذا الاختبار على قياس مدى الانحراف بين المنحنى المميز للبند، كما هو ملاحظ، وبين المنحنى المميز للبند كما يتوقع من النموذج .

ويوضح المنحنى الملاحظ المميز لبند ما نسبة الإجابات الصحيحة الملاحظة على هذا البند للأفراد عبر مستويات القدرة المختلفة، في حين يوضح المنحنى المحتمل المميز للبند، احتمالات الإجابة الصحيحة على هذا البند عند المستويات المختلفة من القدرة .

وعندما تكون قيمة (ت) للملاءمة بين المجموعات صفرية، يكون الانحراف بين المنحنيين غير جوهري، ويدل هذا على الاتفاق بين المنحنى المميز للبند، كما هو ملاحظ وأفضل منحنى له، يلائم النموذج . عندئذ يتوفر لهذا المنحنى الملاحظ ما يتوفر للمنحنى المتوقع من النموذج، من استقلال لصعوبة البند عن العينة . ومن ثم من استقرار لهذه الصعوبة عبر مستويات القدرة المختلفة .

ب ـ اختبار ما إذا كان للمنحنيات الملاحظة المميزة للبنود شكل (انحناء) عام مشترك .

عندما تكون البنود ملائمة للنموذج ، يكون هناك شكل او انحناء عام للمنحنيات الملاحظة المميزة للبنود ، أي تكون هذه المنحنيات متوازية . عندئذ تكون لها القوة نفسها على التمييز بين الأفراد على متصل الصفة ، ويكون توزيع قيم (ت) للملاءمة بين المجموعات اعتداليا ، ومتوسطها (صفر) ، وانحرافها المعياري = واحد .

المحك الثالث : أن تكون للبنود قوة تمييز مناسبة

سبق أن لاحظنا أن **أقوى** البنود تمييزا يكون ذا فاعلية على مدى ضيق من القدرة ، وان **أقل** البنود تمييزا يكون ذا فاعلية على مدى واسع من القدرة ، وأن **أوسط** البنود تمييزا يكون ذا فاعلية على مدى متوسط من القدرة . لذا فإن أحسن البنود تلك المتوسطة ، من حيث قوة التمييز ، وفاعلية التمييز . لذا فقد عد أن أحسن ميل محتمل للمنحنى المحدد للبند هو عندما تكون زاوية ميله ٤٥° على محور القدرة ، عندئذ يتأرجح ميل هذا المنحنى المحتمل من النموذج حول القيمة (واحد) . وتكون قوة تمييز البند مناسبة عندما يقترب المنحنى الملاحظ المميز للبند من المنحنى المحتمل من النموذج . عندئذ يكون معامل التمييز للبند الذي يصف الانحناء النسبي للمنحنى المميز لهذا البند قريبا من (الواحد) .

وقد سبق أن ناقشت الباحثة الحدود التي يعد عندها معامل التمييز قريبا من الواحد .

ويشير (Murray, 1976, P.426) إلى أن احسن البنود ملاءمة للنموذج ليست بالضرورة تلك المتقبلة من حيث شكل منحنياتها المميزة (.I.C.C) ، لهذا ولمثل هذه الحالات ينبغي أولا اختيار البنود اعتمادا على شكل منحنياتها المميزة ، ثم بعد ذلك تدخل هذه المجموعة المنتقاة من البنود في برنامج الحاسب الآلي ، حيث تكون خطوات التحليل ، آلية .

وعلى هذا تحذف البنود غير الملائمة للنموذج والتي تتصف بما يأتي :

- يكون متوسط المربعات الموزونة (V_i) أكبر من الواحد .
- يكون تأثير الخطأ المتراكم أكبر من الصفر .

- تكون قيمة (ت) للملاءمة الكلية دالة إحصائيا .
- تكون قيمة (ت) للملاءمة بين المجموعات دالة احصائيا .
- تكون قيمه معامل التمييز بعيدة عن الواحد .

وتستبقى باقي البنود التي لا تتصف بهذا المواصفات . وعندئـذ يكون تـوزيع قيم كـل من (ت) للملاءمـة الكلية ، و(ت) للمـلاءمة بـين المجموعـات قـريبـا من الاعتدالية بمتـوسط قدره (صفـر) ، وانحراف معيـاري قدره (واحـد) . وتكون تلك البنود المستبقاه هي التي تتوافق مع تدرج الأفراد على المتغير موضوع الدراسة . ويمكن بهذه المجموعة من البنود تقدير مستوى الأفراد على هذا المتغير .

ويشير (Wright, Mead & Bell, 1980, P.82) إلى أنه على الرغم من أن البنـود الملائمـة لإحـدى العينات تكـون ملائمـة على الأغلب لغيـرها من العينـات ، إلا أن ذلك لا يشكل ضمانا دائما لملاءمتها ، وعلى هذا ينبغي التأكد من ملاءمة كل من الفرد والبنـد روتينيا عند كل تطبيق .

ويوضح (Wright & Stone, 1979, P.66) أنه على الرغم من أن نموذج القيـاس يبدو ملائما لموقف تطبيقي معين ، فإننا لا نستـطيع التنبؤ كيف يمكن للبنـود أن تستمر في فعاليتها في كل موقف آخر تطبق فيه . كما لا نستطيع أن نعـرف مقدمـا كيف يمكن أن يستجيب كل الأفراد دائما على هذه البنود . وعلى هذا ينبغي عنـد كل تـطبيق ، ان نختبر مدى وكيفية اتساق كل مجموعة من الاستجابات لتوقعات النموذج . ولا ينبغي أن نقيم فقط معقـولية استجـابات افـراد العينة ، ولكن ينبغي أيضـا اختبار معقـولية استجـابات كـل فرد من الأفـراد لمجموعـة بنود الاختبـار ، ويستدعي ذلـك اختبـار استجابة كـل فرد من الأفـراد لكل بنـد من البنود ، لتحـديد مـا إذا كانت تتسق مـع النمط العام للاستجابات الملاحظة .

وقد تكون هذه الاعادة المتكررة لاختبار ملاءمة كل من الفرد والبند ، من أهم اوجه النقد التي يمكن ان توجه إلى استخـدام نموذج (راش) في القيـاس لذا كـان من المهم الاعتماد على الحاسب الآلي في عمليات اختبـارات الملاءمـة تلك وقد تـطورت البرامج والوسائل الخاصـة بذلـك ، حتى توصلت إلى تلك التي يمكن أن يستخـدمها ويفسرها مدرسو الفصل ، مثل برنامج DICOT (Masters, 1984, P.145) حيث تقدم النتائج في صورة مبسطة سهلة التفسير.

وهكذا أمكن التوصل إلى وسيلة ، مناسبـة لتقديـر مستوى الأفـراد على متغـير ما . وتتوفر في هذه الوسيلة متطلبـات القياس المـوضوعي للسلوك ، حيث يمكن بعـد ذلك التحقق من مدى توفر تلك المتطلبات .

سادسا : التحقق من توفر متطلبات الموضوعية في القياس

إن التحقق من مدى توفر متطلبات الموضوعية في أداة القياس التي أنشئت بطريقة نموذج (راش)، هو في جوهره إختبار لصدق هذا النموذج ـ أو هذه الطريقة ـ فيما تدعيه من موضوعية في القياس .
ويتلخص هذا التحقق في الجوانب الآتية :

- ان البنود تعرف فيما بينها متغيرا واحدا .
- أن تقديرات الأفراد مستقلة عن مجموعة البنود المستخدمة من الإختبار .
- ان تقديرات البنود مستقلة عن عينة الأفراد المؤدية للإختبار .

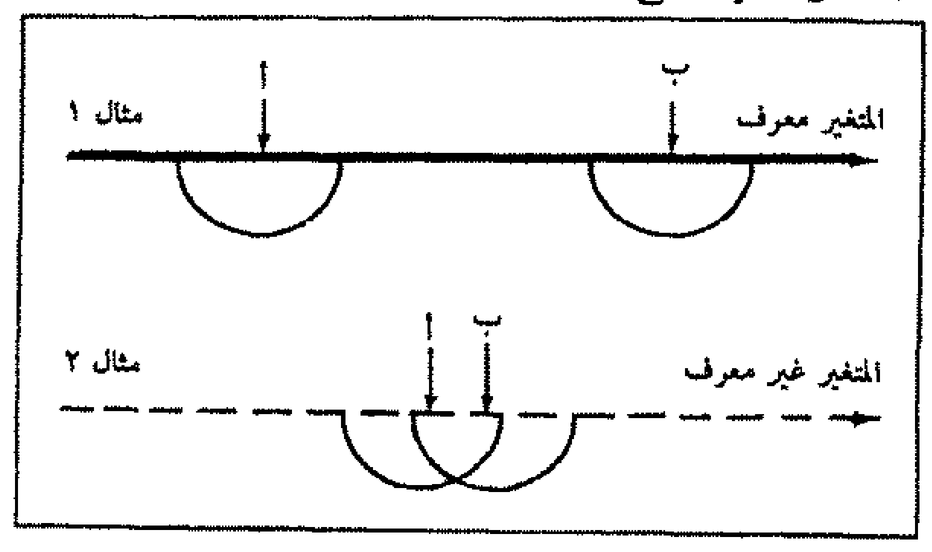
١ ـ ان البنود تعرف فيما بينها متغيرا واحدا

ويعني هذا فحصا لما تتضمنه البنود المدرجة من إمكانية تعريف للمتغير. ويقتضي هذا البحث عما اذا كانت البنود المدرجة تتدرج بطريقة توضح اتجاها مترابطا ذا معنى .

ولكن كيف يمكن لبنود مدرجة أن تستخدم، كي تعرف متغيرا ؟
وكيف يمكن التقصي عما إذا كان هذا التعريف الإجرائي ـ الذي نصل إليه ـ للمتغير يشكل معنى ؟

أول ما يبدأ به الباحث فحص المدى الذي تتشتت فيه صعوبات البنود، التي شكلت الاختبار. ولتوضيح أهمية ذلك نأخذ على سبيل المثال تقديري الصعوبة لبندين مع الخطأ المعياري لكل منهما، عندئذ يلاحظ أن هذين البندين يحددان بينهما خطاً مستقيماً، إذا كان الفرق بين تقديري صعوباتها أكبر بصورة جوهرية من الخطأ المعياري لهذا الفرق. ولا يمكن أن يحدد هذان البندان خطا يعبر عن اتجاه المتغير الذي يعرفانه، ما لم ينفصل تقديرا صعوبتهما تماما بعده أخطاء معيارية. فإذا كان هناك تداخل جوهري بين تقديري هذين البندين (أي باعتبار الخطأ المعياري)، فلا نستطيع التسليم باختلاف قيمتي التقديرين، ومن ثم فليس هناك تحديد لاتجاه متغير ما. وإنما يحدد هذين البندين نقطة واحدة ليس لها اتجاه .

والشكل الآتي يوضح هذه الفكرة (Wright & Stone, 1979, P.84)



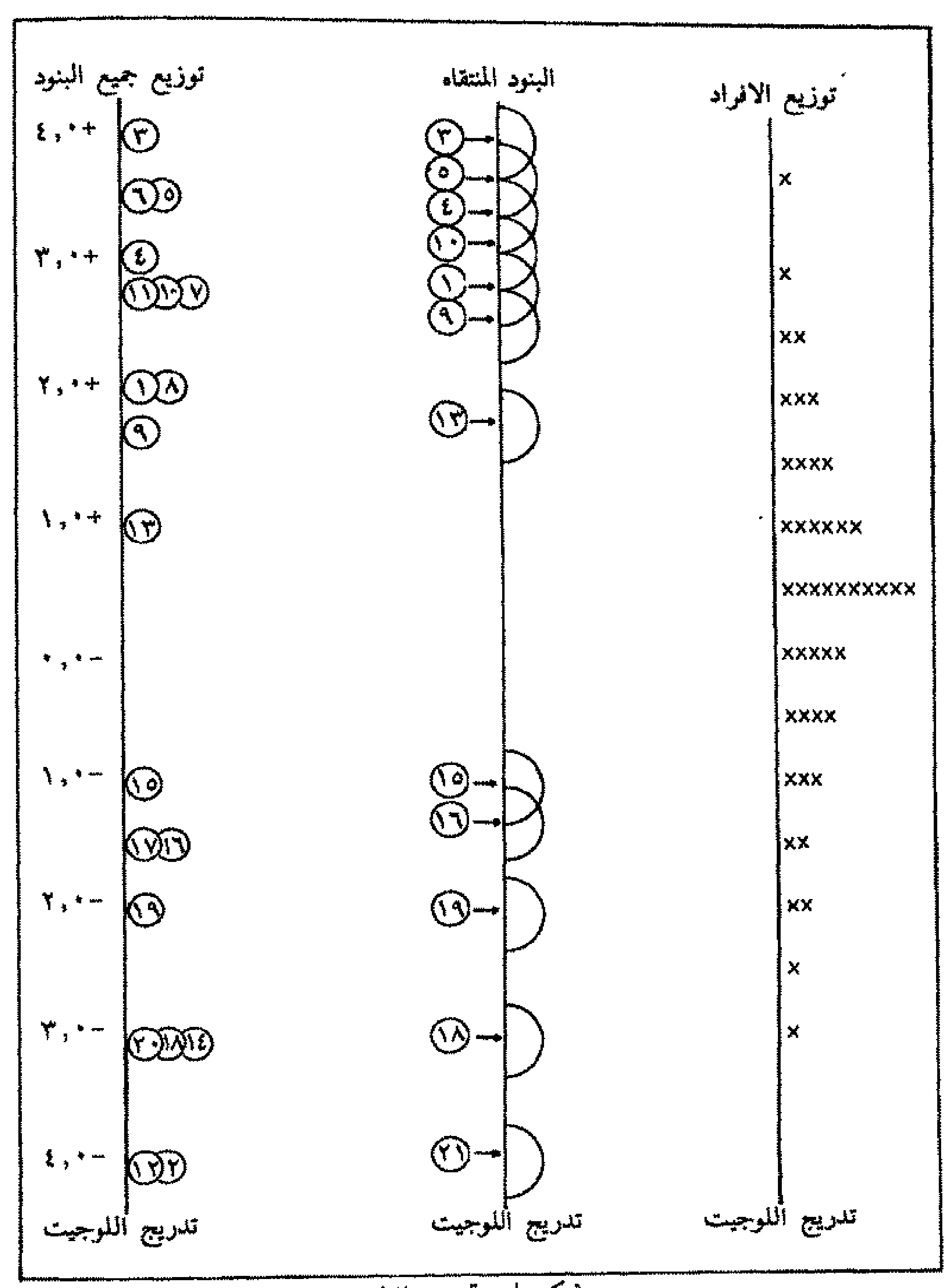
شكـــل رقـــم (١١)

تعريف المتغير

حيث يوضح المثال الأول انفصال البندين أ، ب، عن الآخر بعده أخطاء معيارية . وعندئذ يلاحظ أن هناك اتجاها للمتغير الذي أمكن تعريفه بوساطة هذين البندين، أي هناك متغير يعرف بوساطة أ، ب .

ويوضح المثال الثاني اقتراب البندين أ، ب، كل من الآخر (مع اعتبار الخطأ المعياري)، مما يعني عدم انفصالهما. وهذا يعني عدم تحديد اتجاه معين يمكن أن يعرف متغيرا؛ أي ليس هناك متغير معرف .

وفيما يلي الخطوات التي يمكن بها معرفة مدى الدقة في تعريف اختبار مبني بطريقة نموذج (راش) لأحد المتغيرات، التي يمكن تصويرها بالشكل رقم (١٢) :



شكل رقم (١٢)
تعريف أحد المتغيرات بوساطة تدرج صعوبة البنود

(١) من جدول العلاقة التقييسية بين بنود الاختبار وتقديرات الصعوبة وأخطائها المعيارية ، يمكن تحديد مدى الصعوبة التي تغطيها هذه البنود مقدرة باللوجيت .

(٢) يمثل المتغير بوساطة مستقيم رأسي محدد، عليه نقاط التدريج بوحدات اللوجيت، وذلك من الحد الأدنى (السالب) إلى الحد الأعلى (الموجب) لمدى الصعوبة، وكذا نقطة الصفر . ثم يحدد وضع كل بند من البنود في مكانه على الخط المحدد للمتغير، تبعا لدرجة صعوبته . وبذا يمكن لصعوبة البنود أن توضح التدرج الكمي لهذه البنود على المتغير (العمود الأيسر) .

(٣) عندئذ قد نلاحظ وجود بعض البنود المتساوية الصعوبة، أو المتقاربة بحيث يصعب التفريق بينها من حيث صعوبتها . في هذه الحال تنتقي أحسن البنود التي تحدد المعالم على مدى المتغير، وهي تلك التي تبدو من التحليلات أنها الأكثر ملاءمة للنموذج .

(٤) بوساطة نصف دائرة مركزها النقطة التي تحدد صعوبة كل بند من البنود المختارة، ونصف قطرها الخطأ المعياري لها، يحدد نصيب كل بند من الخطأ المعياري حول كل تقدير من تقديرات الصعوبة (العمود الأوسط) .

(٥) عندئذ يتضح مدى الانتظام الذي يوفره تدرج البنود، لتعريف المتغير، وما قد يتضح من نقص أو قصور في هذا التدرج عند بعض مستويات المتغير، والتي يعدّ عندها المتغير غير معرف .

(٦) يوضح التوزيع التكراري للأفراد على متصل المتغير، إذا كانت هناك تقديرات لقدرة الأفراد عند بعض مستويات المتغير غير المعرفة (العمود الأيمن) .

ويوفر برنامج BICAL خريطة للمتغير تؤدي إلى استخلاص ما تستخلصه النقاط السابقة .

(٧) وهكذا يمكن تحديد مواضع النقص والضعف في الاختبار من حيث تعريفه للمتغير. وهذه يمكن تلافيها بإضافة بعض البنود الجديدة في أماكن النقص، بحيث يمكن تعريف المتغير عند هذه المستويات، وكذلك حتى يمكن تقدير قدرات الأفراد في جميع المستويات على المدى المعرف من المتغير .

(٨) كذلك باضافة بنود تتدرج للأسهل، وأخرى تتدرج للأصعب يمكن ان يتسع مدى القياس على هذا المتغير .

(٩) عندئذ يكون لدينا اختبار جديد يختلف عن الاختبار الأول في بعض بنوده التي استكمل بها ما به من نقص، بحيث يكون أكثر دقة في تعريفه للمتغير (موضوع القياس).

(١٠) باستخدام نموذج (راش) يحلل الاختبار الجديد بعد اجرائه على عينة جديدة من الأفراد، وتحسب تقديرات كل من البنود والأفراد، وكذا إحصاءات الملاءمة اللازمة.

(١١) طالما كانت البنود ملائمة للنموذج، فإن تقديري صعوبة كل بند من البنود المشتركة بين الإختبارين، والمشتقة من تحليل كل اختبار لدى كل عينة اختبارية تكون متكافئة* إحصائيا. ويمكن التأكد من ذلك برسم النقاط التي تعبر عن هذه العلاقة الخطية.

(١٢) وهكذا يصبح الاختبار في صورته الجديده مكونا من بنود ذات صعوبة أحادية البعد أي تتدرج من حيث الصعوبة معرفة متغيراً واحداً، كما تتدرج على هذا المتغير قدرات الأفراد محددة مستوى أدائهم على هذا الاختبار. ويعني هذا أن صعوبة البنود، وقدرات الأفراد تتدرج على متصل واحد، يمثل متغيرا واحدا.

بعد ذلك يمكن التحقق مما يدعيه النموذج من إستقلالية القياس، ويعني هذا تحرر تقديرات الأفراد من مجموعة البنود المستخدمة، كذلك يعني تحرر تقديرات البنود من عينة الأفراد المؤدية للاختبار.

٢ ـ تحرر قدرة الأفراد من تأثيرات مجموعة البنود المستخدمة

مما تقدم نجد أنه، إذا توفر لدينا مجموعة من البنود المتدرجة، التي تلائم جميعها نموذج (راش)، فإنها بذلك تكون مقياسا واحدا مشتركا لأحد المتغيرات. عندئذ يمكن استخدام هذه المجموعة من البنود في تقدير قدرات الأفراد الذين يجيبون عليها وتدريجهم على هذا المتغير.

وإذا كانت هذه البنود كبيرة العدد، فمن الممكن أن نسحب منها أي مجموعة من البنود، لتشكل فيما بينها اختبارا فرعيا، يمكن استخدامه في تقدير قدرات الأفراد.

* يؤخذ في الاعتبار الخطأ المعياري لصعوبة كل بند كما يؤخذ في الاعتبار مقدار الازاحة الناتج عن اختلاف صفر التدريج لكل من الاختبارين.

فحسب ما يوفره نموذج (راش)، فإن قدرة الفرد لا تختلف (باعتبار الخطأ المعياري) سواء استخدمت في تقديرها جميع البنود المشكلة للمقياس الأصلي، أو أي مجموعة فرعية من البنود المسحوبة من المجموعة الأصلية .

ويعتمد هذا على ما يفترضه نموذج (راش) في القياس من تحرر تقديرات القدرة من تأثيرات البنود المستخدمة، طالما أنها ملائمة للنموذج، ومناسبة لمدى قدرة الأفراد، اي بشرط :

- استخدام نموذج (راش) في تدريج البنود الكلية
- مناسبة المجموعة المختارة من البنود بصورة معقولة لمجموعة الأفراد التي تستخدمها (أي لا تكون البنود المكونة للاختبار الفرعي شديدة الصعوبة او شديدة السهولة) (Elliott, 1983 a, P.73)

وعندئذ، أي عند توفر هذين الشرطين، تكون تقديرات القدرة المشتقة من بنود الاختبار الفرعي معادلة equatedبصورة مباشرة لتقديرات القدرة المشتقة من أي اختبار فرعي آخر .

أما إذا تدرجت بنود الاختبارين المستخدمين كل على حدة بطريقة نموذج (راش)؛ أي ليس لهما تدريج مشترك؛ فينبغي أولا، القيام بعملية موازنة أو معادلة equating بين الاختبارين. وتهدف هذه العملية إلى تحويل التدريج المستقل لكل من بنود الاختبارين إلى تدريج مشترك. وتقوم هذه العملية على استخدام بعض البنود المشتركة بين الاختبارين، أو بعض الأفراد المشتركين في أداء كل منهما. وبهذا التدريج المشترك لبنود الاختبارين يتوفر الشرط الأول، لتحقيق فرض تحرر تقديرات قدرات الأفراد من تأثير البنود المستخدمة.

وللتحقق من هذا الفرض إجرائيا، يمكن القيام بما يأتي :

- سحب مجموعتين من بنود المجموعة الكلية، التي تكون مقياسا مدرجا بوساطة نموذج (راش) .
- يجري كل اختبار فرعي بوساطةعينة واحدة من الأفراد .
- باستخدام نموذج (راش) تحلل نتائج استجابات أفراد العينة على بنود كل اختبار فرعي على حدة .

- تحدد العلاقة التقيسية بين كل درجة كلية محتملة ، وتقديرات القدرة ، وكذا أخطائها المعيارية ، وذلك لكل اختبار على حدة .
- يصبح هناك تقديران لقدرة كل فرد من أفراد العينة ، كل تقدير منها مشتق من اختبار فرعي مختلف .
- يعدل تدريج الاختبارين إلى تدريج واحد مشترك له صفر واحد مشترك ، وذلك باستخدام عملية التعادل الرأسي التي سيأتي ذكرها .
- تقارن التقديرات المتناظرة لقدرة كل فرد من الأفراد المشتقة من كل اختبار فرعي بعد تعديل التدريج .
- إذا تكافأت تلك التقديرات المتناظرة لقدرة الأفراد، دل هذا على أنها لم تتأثر باختلاف الاختبار المستخدم . وهذا يعني تحرر قدرة الفرد من مجموعة البنود المستخدمة .

وجدير بالذكر، أنه في الوقت الذي يتوقع فيه تساوى قدرة الفرد المقدرة من الاختبارين الفرعيين، فإنه من المتوقع اختلاف الدرجة الكلية التي يحصل عليها الفرد على كل اختبار. ويزيد هذا التوقع كلما اختلفا في مستوى الصعوبة .

ومن الممكن توضيح هذه الفكرة بمثال مأخوذ من أحد اختبارات المقاييس البريطانية للقدرات (BAS) (Elliott, 1983 a, P.120-124) . ويوضح الجدول الآتي تقديرات القدرة المقابلة لكل درجة كلية محتملة لكل من الاختبار الكلي للمصفوفات (أ)، والاختبارين الفرعيين (ب، جـ). كما رصد في هذا الجدول أيضا الانحرافات المعيارية لكل تقدير من التقديرات . ويلاحظ أن تقدير القدرة في الجدول قد حول من وحدة اللوجيت إلى وحدة قياس مئوية .

جدول رقم (٤)

جدول العلاقة التقيسية بين الدرجة الكلية المحتملة وتقدير القدرة لكل من الاختبار* الكلي للمصفوفات (أ) والاختبارين الفرعيين (ب، جـ)

(BAS)

الاختبار الكلي للمصفوفات عدد البنود = ٢٨						الاختبار الفرعي ب عدد البنود = ١٠			الاختبار الفرعي جـ عدد البنود = ١٠		
الدرجة الكلية	تقدير القدرة	الخطأ المعياري	الدرجة الكلية	تقدير القدرة	الخطأ المعياري	الدرجة الكلية	تقدير القدرة	الخطأ المعياري	الدرجة الكلية	تقدير القدرة	الخطأ المعياري
١	١٠	١٤	١٥	٩٨	٥	١	١٠	١٤	١	٦٣	١١
٢	٣٠	١٥	١٦	١٠١	٥	٢	٣١	١٥	٢	٧٢	٨
٣	٤٨	١١	١٧	١٠٣	٥	٣	٤٩	١١	٣	٧٨	٧
٤	٥٧	٩	١٨	١٠٦	٥	٤	٥٩	٩	٤	٨٣	٧
٥	٦٤	٨	١٩	١٠٨	٥	٥	٦٦	٨	٥	٨٨	٧
٦	٦٩	٧	٢٠	١١١	٥	٦	٧٣	٨	٦	٩٣	٧
٧	٧٤	٧	٢١	١١٣	٥	٧	٧٩	٨	٧	٩٨	٧
٨	٧٨	٦	٢٢	١١٦	٥	٨	٨٦	٩	٨	١٠٤	٨
٩	٨١	٦	٢٣	١١٩	٦	٩	٩٦	١١	٩	١١٢	١١
١٠	٨٥	٦	٢٤	١٢٣	٦						
١١	٨٨	٥	٢٥	١٢٧	٧						
١٢	٩٠	٥	٢٦	١٣٣	٨						
١٣	٩٣	٥	٢٧	١٤٢	١١						
١٤	٩٦	٥									

حيث حصل احد الافراد على الدرجة الكلية (١١) على الاختبار الكلي، وعلى الدرجتين (٨)، (٥) على الاختبارين الفرعيين (ب)، (جـ) على الترتيب. وهذه الدرجات الكلية التي حصل عليها الطالب على الاختبارات الثلاثة تقابل تقديرات للقدرة (٨٨)، (٨٦)، (٨٨) من وحدات القياس المئوية على الترتيب.

---

* جميع الاختبارات لها تدريج مشترك، وصفر مشترك

وتعد هذه التقديرات متكافئة طالما لا يتجاوز الفرق بينها خطأ معياريا واحدا وهذا يعني تحرر تقدير القدرة من تأثير مجموعة البنود المستخدمة .

أما إذا لم تتكافأ تقديرات القدرة لأحد الأفراد المشتقة من الاختبارات المختلفة، فيرى (Elliott, 1983 a, P. 124) دراسة استجابات هذا الفرد على بنود هذه الاختبارات، حيث قد يتعلق هذا بصدق استجابة هذا الفرد .

وبتحقيق هذا الفرض، أي استقلال تقدير الأفراد عن مجموعة البنود المستخدمة، يمكن التغلب على مشكلة بناء الإختبارات المتكافئة. فلم يعد هنالك ضرورة لبناء الاختبارات المتكافئة، طالما أنه يمكن الحصول على تقديرات متكافئة لقدرة الفرد من أي اختبار فرعي مأخوذ من المقياس الكلي المدرج بوساطة النموذج، وطالما أنها مناسبة لمستوى الفرد، عندئذ يمكن المقارنة بين الأفراد المختلفين باستخدام أي من هذه الاختبارات الفرعية، كما يمكن بذلك أيضا دراسة النمو أو الاكتساب الذي يطرأ على أداء الافراد .

٣ - تحرر صعوبة البند من توزيع أداء عينة الافراد

يفترض نموذج (راش) أن تقديرات الصعوبة لبنود الاختبار المدرج بوساطة النموذج لا تتأثر بأداء عينة الأفراد التي تؤدي الاختبار، اي ان تدرج صعوبة البند بين باقي بنود الاختبار يظل ثابتا، مهما اختلف الافراد الذين يؤدون هذا الاختبار طالما أن هؤلاء الأفراد مناسبون لأدائه. فإذا كان تقدير الصعوبة لبند ما من بنود الاختبار، يقدر بثلاثة أمثال الصعوبة لبند آخر من هذه البنود، فان هذه النسبة تظل ثابتة، ولا تختلف أو تتغير باختلاف الافراد الذين يؤدون الاختبار، وهذا يعني استقلال صعوبة البند عن تقديرات الافراد.

ويتطلب التحقق من هذا الفرض وجود عينتين من الافراد المناسبين لتأدية **المجموعة نفسها** من البنود المدرجة بوساطة نموذج (راش). فاذا كانت تقديرات الصعوبة المتناظرة للبنود الناتجة من كل عينة من العينتين متكافئة احصائيا (مع الاخذ في الاعتبار الخطأ المعياري لهذه التقديرات)، دل هذا على عدم تأثر تقديرات صعوبة البنود باختلاف عينة الافراد. مما يعني تحرر صعوبة البند من توزيع الأداء لعينة الافراد .

وللتحقق من هذا الفرض اجرائيا، يمكن القيام بما يأتي:

- تقوم عينتان من الأفراد بإجراء بنود الاختبار المدرجة، بوساطة نموذج (راش). ومن الممكن اجراء الاختبار على عينة واحدة من الافراد في جلسة واحدة، ثم تقسيم هذه العينة الى عينتين باستخدام وسيط الدرجات .
- باستخدام نموذج (راش) تحلل نتائج استجابات افراد كل عينة على حدة على بنود الاختبار .
- تحدد العلاقة التقييسيه بين البنود، وتقديرات الصعوبة المقابلة، وكذا أخطائها المعيارية، وذلك لكل عينة على حدة .
- يصبح هناك تقديران للصعوبة وذلك لكل بند من البنود، كل تقدير منها مشتق من اداء كل عينة على حدة .
- تقارن التقديرات المتناظرة لصعوبة كل بند من البنود، التي اشتقت من كل عينة، مع الأخذ في الاعتبار مقدار الخطأ المعياري .
- اذا تكافأت تقديرات الصعوبة المتناظرة للبنود، دل هذا على عدم تأثرها باختلاف العينة، التي تجري الاختبار، ومن ثم عدم تأثرها بتوزيع الأداء لعينة الأفراد. وهذا يعني تحرر صعوبة البند من تقديرات العينة .

وبتحقيق هذا الفرض، أي استقلال تقديرات البنود عن عينة الافراد، يمكن التغلب على المشكلات المتصلة بعينة التقنين. فليس من الضروري ان تكون عينة التقنين المستخدمة في تدريج بنود الاختبار ممثلة للمجتمع. كما ليس هناك ضرورة ان يكون توزيع الأداء لعينة التقنين يخضع لشكل معين من التوزيعات، وذلك طالما ان تدرج البنود لا يتأثر بتوزيع الاداء لعينة التقنين .

وبعد، فبالإضافة لما سبق، فإن ما يحققه نموذج (راش) من موضوعية في القياس يوفر حلا ضمنيا لبعض المشكلات التي تعد من أهم مشكلات القياس الشائعة، وهي تلك المتعلقة بتحقيق صدق وثبات القياس. وقد يكون من المناسب هنا تناول كيف أمكن لنموذج (راش) ان يحقق كلا من جانبي الصدق والثبات في القياس السلوكي .

سابعا: صدق وثبات القياس

ان استخدام نموذج (راش) في بناء اختبار ما من اختبارات القدرات، يعني توفر متطلبات الموضوعية في قياس متغير القدرة موضوع القياس. ويعني هذا ضمنيا توفر شرطي الصدق والثبات لتقديرات كل من صعوبات بنود الاختبار، وقدرات الافراد، أي يعني تحقق صدق وثبات القياس.

صدق القياس

يبدو صدق القياس عندما تتحقق اول مطالب الموضوعية في اداة القياس التي انشئت باستخدام نموذج (راش)، **وهو ان تعرف البنود فيما بينها متغيرا واحدا.** ويعني ذلك ان بنود الاختبار تتدرج من حيث صعوباتها بحيث تعرف متغيرا واحدا. كما يعني تدرج قدرات الافراد على المتغير محددة تقديرات ادائهم على هذا الاختبار، وهذا يوضح كما سبق ان ذكرنا ان كلا من صعوبات البنود، وقدرات الافراد تتدرج على متصل واحد يمثل متغيرا واحدا.

ويتعلق هذا بصدق تدرج البنود في تعريفها للمتغير موضوع القياس. كما يتعلق ايضا بصدق تدرج قدرات الافراد على متصل هذا المتغير، الذي يقوم على صدق استجابات الافراد على الاختبار.

وعندما يقوم برنامج الحاسب الآلي BICAL بتحليل نتائج استجابات الأفراد على بنود الاختبار، فانه يقوم بحذف الافراد غير الملائمين، وهذا يعني حذف الأفراد غير الصادقين او غير المنطقيين في استجاباتهم على الاختبار، وهم الذين يختلف نمط استجاباتهم عن معظم الافراد. ويستبقي التحليل فقط تلك الاستجابات الصادقة في تدرجها على متغير القياس. وبالمثل فعندما يقوم البرنامج باعطاء بيانات الملاءمة الخاصة بالبنود المختلفة، فان هذا يمكن من حذف البنود غير الملائمة. ويكون هذا الحذف بناء على محكات الملاءمة المختلفة، ويكون البند غير الملائم للنموذج، هو ذلك الذي لا يتسق في تدرجه مع تدرج باقي البنود على المتصل موضوع القياس. وغالبا ما يتضمن هذا البند قياسا لصفة اخرى، غير التي هي موضوع القياس. او ان يكون هذا البند غامضا، او هناك عيب ما في صياغته، وغير ذلك من اسباب اي ان في حذف البنود غير الملاءمة، حذفا للبنود غير الصادقة في تعريفها لهذا المتغير، وفي استبقاء البنود الملائمة، إستبقاء للبنود الصادقة في تعريفها للمتغير موضوع القياس بما يعني صدقها في قياس هذا المتغير.

وبذا يتوفر:
- صدق تدرج بنود الاختبار في قياس المتغير موضوع القياس .
- صدق تدرج قدرات الافراد على متصل هذا المتغير

وهكذا يتوفر ما ينبغي ان يكون عليه الوصف الكمي الموضوعي للظاهرة السلوكية من صدق في القياس .

ثبات القياس

يبدو ثبات القياس بتحقق ما بقي من مطالب الموضوعية في القياس، عندما تستخدم أداة القياس التي انشئت باستخدام نموذج (راش)، حيث يتحقق:
- إستقلال القياس عن الاختبار المستخدم.
- إستقلال القياس عن مجموعة الافراد المؤدية للاختبار .

ثبات القياس على الرغم من اختلاف الاختبار المستخدم

يتيح استخدام نموذج (راش) الفرصة لعمل بنوك للاسئلة، ويتكون بنك الاسئلة من عدة اختبارات، تشترك بنودها جميعا وتتدرج في تدريج واحد مشترك وصفر واحد مشترك، بحيث تغطي مدى واسعا من مستويات المتغير موضوع القياس. وتترابط الاختبارات المكونة لبنك الاسئلة مع بعضها، ببعض البنود المشتركة بينها. ومن الممكن عمل الجداول الخاصة بالعلاقات التقييسه بين الدرجات الكلية وقدرات الافراد، وكذا بين البنود المختلفة وصعوباتها المقابلة، وذلك لكل اختبار من هذه الاختبارات المكونة لبنك الاسئلة، وايضا لجميع هذه الاختبارات باعتبارها اختباراً كليا واحدا .

وعندما يستخدم اي اختبار مناسب من هذه الاختبارات فان نتائج القياس تكون ثابتة، لا تختلف باختلاف الاختبار المستخدم، ويتمثل هذا في:

(١) ثبات صعوبة البند المشتقة من أي إختبار من اختبارات البنك، أي أن تقدير صعوبة هذا البند لا تتغير بتغير الإختبار الذي يشترك هذا البند في تدرج بنوده .

(٢) ثبات قدرة الفرد المشتقة من أي إختبار من اختبارات البنك، أي لا يتغير تقدير قدرة الفرد بتغير الإختبار المستخدم في القياس .

وبالطبع لا يعني هذا تساوي الدرجة الكلية للفرد على الاختبارات المختلفة. ولكنه يعني التكافؤ الاحصائي لقدرة هذا الفرد المقابلة لدرجته الكلية على أي إختبار من هذه الاختبارات .

وعلى هذا فان استخدام نموذج (راش) في القياس يحقق الثبات في تقدير كل من صعوبة البند، وقدرة الفرد، وعدم تأثرها بتغير الاختبار المستخدم. **وهذا يعني ثبات القياس وعدم تأثره باختلاف اداة القياس**

ثبات القياس على الرغم من اختلاف العينة

عندما يستخدم نموذج (راش) في تدريج بنود احد الاختبارات، وذلك باستخدام عينات مختلفة مناسبة ، فان تقديرات صعوبة البنود لهذا الاختبار لا تختلف باختلاف عينة التدريج . كما لا تختلف أيضا تقديرات قدرة الأفراد المقابلة لكل درجة كلية باختلاف هذه العينات .

وبذا يتحقق الثبات في تقدير كل من صعوبة البند وقدرة الفرد، وعدم تأثرها بإختلاف العينة المستخدمة . **وهذا يعني ثبات القياس وعدم تأثره بإختلاف العينة المستخدمة .**

وعلى هذا فإن إستخدام نموذج (راش) في القياس يحقق ثبات القياس على الرغم من اختلاف الإختبار المستخدم، أو العينة المستخدمة في التحليل.

وبذا فإن ما يحققه نموذج (راش) من موضوعية في القياس يوفر ضمنيا صدق وثبات القياس .

ثامنا : إختيار التدريج المناسب

كما سبق ان ذكرنا فإن صعوبات وقدرات الافراد تتدرج على ميزان مقياس واحد، وتقدر بوساطة وحدة قياس واحدة هي (اللوجيت). وقد اشتقت وحدة (اللوجيت) هذه مباشرة من نموذج (راش)، الذي تناول التقدير الاحتمالي للاستجابة الصواب للفرد (٧) على البند (ا).

وقد عرفت الباحثة وحدة (اللوجيت) بانها اللوغاريتم الطبيعي لمرجح نجاح الفرد على البنود التي تعبر نقطة صفر التدريج عن صعوبتها، عندما يساوي هذا

المرجح ثابتا هو الاساس الطبيعي (e)، أي (٢,٧٢) وعندها يكون احتمال نجاح الفرد ٧٣, ٠.

وقد عدّ برنامج بيكال BICAL ان نقطة صفر التدريج لكل من صعوبة البند وقدرة الفرد هي متوسط صعوبات البنود المستخدمة. ويؤدي استخدام هذا التدريج الذي نقطة صفره هي متوسط صعوبات البنود المستخدمة، ووحدته هي (اللوجيت)، الى بعض الصعوبات. واهم هذه الصعوبات ان تقدير كل من صعوبة البنود، او قدرة الافراد قد يكون سالبا او موجبا، وقد يكون عددا صحيحا أو كسريا. ولا تمنع مثل هذه الصعوبات من استخدام هذا التدريج في تقدير صعوبة البند، ، أو قدرة الفرد، ولكنها قد تكون غير مألوفة لدى الباحثين والمدرسين.

ولما كان موضع الصفر في هذا التدريج امرا اعتباريا، فمن الممكن تغيير وضع هذا الصفر بما يحقق سهولة القياس، وتفسيره، وذلك بتلافي التقديرات السالبة لكل من صعوبة البنود، وقدرة الأفراد. كما يمكن ايضا تغيير حجم وحدة القياس، بحيث تتلافى التقديرات الكسرية لكل من الصعوبة والقدرة. وبهذا نصل إلى تدريج جديد، يتلافى تلك العيوب التي نجدها في التدريج السابق الذي اشرنا إليه.

التدريج الجديد

يتوقف اختيار التدريج الجديد على ناحيتين :

أ ـ اختيار وحدة القياس المناسبة بما يعالج مشكلة الكسور

ولتحقيق ذلك يضرب تدريج القياس المقدر بوحدة اللوجيت × مقدار ثابت هو عامل المسافة spacing Factor، ثم تقرب كسور الوحدات الجديدة الناتجة إلى أقرب عدد صحيح.

ب ـ إختيار الموضع المناسب لصفر التدريج

ولتحقيق ذلك يضاف ناتج الضرب السابق إلى مقدار ثابت آخر هو عامل الموضع Location factor .

وعلى هذا يمكن بوساطة هذين العاملين ان نعين تدريجا جديدا لكل من الصعوبة والقدرة. ويتميز هذا التدريج الجديد بنقطة اصل، او صفر، جديدة وكذلك بوحدة قياس جديدة.

ولا تقتصر مهمة التدريج الجديد على معالجة مشكلتي التقديرات السالبة والكسرية لكل من صعوبة البند، أو قدرة الفرد، بل تتعدى ذلك إلى تحقيق بعض الأهداف الخاصة بسهولة القياس وتفسيره.

ولهذا السبب تتعدد التدريجات الجديده تبعا لهذه الاهداف وإن كانت جميعها تشترك في هدف التغلب على المشكلتين السابقتين.

الصورة العامة للتدريج الجديد (Wright & Stone, 1979, P.P. 191 -202)

مما سبق يمكن أن نصل إلى التدريج الجديد بوساطة التحويل الخطي الآتي :

$$Y = \alpha + \delta x \quad (55)$$

حيث:

X هو تدريج (اللوجيت)

Y، هو التدريج الجديد

α هو عامل الموضع الذي يحدد موقع نقطة الاصل في التدريج الجديد

δ هو عامل المسافة الذي يحدد وحدة القياس الجديدة.

وقد استخدم التحويل الخطي، حتى نبقى على مميزات الوحدات المتساوية (للوجيت) المشتقة مباشرة من نموذج (راش).

وعلى هذا يمكن التعبير عن تقدير قدرة الفرد (B) بالتدريج الجديد هكذا.

$$B = \alpha + \delta b \quad (56)$$

كما يمكن التعبير عن تقدير صعوبة البند (D) بالتدريج الجديد هكذا

$$D = \alpha + \delta d \quad (57)$$

كما أن الخطأ المعياري لكل منهما على الترتيب هو

$$SE(B) = \delta SE(b) \quad (58)$$

$$SE(D) = \delta SE(d) \quad (59)$$

وتتنوع التدريجات الجديدة، وتختلف تبعا للأهداف المختلفة للقياس وفيما يلي بعض الأنواع المهمة من التدريجات الجديدة.

(Wright & Stone, 1979, 192)

- وحدات التدريج الجماعية (نيت) Norma tive Scaling Units Nits

اشار (المرجع - السابق، ص ١٩٨) إلى أنه من الممكن تحويل تدريج

اللوجيت إلى تدريج مبني على معيار الجماعة، له وحدات جماعية تسمى نيت (Nit).
ويمكن تقدير قدرة الفرد (B)، وصعوبة البند (D)، بهذه الوحدات الجديدة، كما يلي :

$$B = \alpha + \delta\,(b^{*} - m)/s \qquad (٦٠)$$

$$D = \alpha + \delta\,(d^{*} - m)/s \qquad (٦١)$$

حيث m , s هما المتوسط والانحراف المعياري لدرجات عينة التقنين مقدرة (باللوجيت).

عندئذ يكون المتوسط = ∝ والانحراف المعياري = δ، وذلك كما تقدر بالوحدات الجديدة (نيت).

ومن الممكن اختيار قيم(δ) ، بحيث تصبح وحدة القياس سهلة التذكر، مثل ١٠ . ٢٠ ، ٥٠ ، ١٠٠ . كما يمكن اختيار قيم (∝) بحيث يصبح متوسط عينة التقنين سهلة التذكر ايضا. فإذا اختيرت (∝) تساوي ٥٠ ، واختيرت (δ) تساوي ١٠ ، فإننا نصل الى تدريج الوحدات الجديدة (نيت) وتكون :

B = ٥٠ + ١٠ (b-m)/s	حيث صورتها الأصلية هي	B=50+10(b−m)/S
D = ٥٠ + ١٠ (d-m)/s	حيث صورتها الأصلية هي	D=50+10(d−m)/S

مثال :

إذا كانت قدرة الفرد (b) = ٣ وصعوبة البند (d) = ٢,٥ ومتوسط درجات العينة (m) =٢ ، والانحراف المعياري (S) = ١مقدرة بوحدة (اللوجيت)

فإن قدرة الفرد (B) مقدرة بوحدة (النيت) هي :

∵ B = ٥٠ + ١٠ (b-m)/s

$$\therefore B = ٥٠ + \frac{١٠\ (٣ - ٢)}{١} = ٦٠$$ وحدة من وحدات (نيت)

اما صعوبة البند (D) مقدرة بوحدة النيت، فهي

∵ D = ٥٠ + ١٠ (d-m)/s

$$\therefore D = ٥٠ + \frac{١٠\ (٢,٥ - ٢)}{١} = ٥٥$$ وحدة من وحدات (نيت)

---

* b هو تقدير القدرة، d تقدير الصعوبة وذلك بوحدة اللوجيت .

ـــ وحدات التدريج المعتمد على محك مستقل (سيت)

Substantive Scaling Units (Sits)

قد يكون من المهم تحويل تدريج اللوجيت إلى تدريج جديد، له وحده جديدة تسمى سيت (Sit) ، حيث يعتمد هذا التدريج على اعتبارات مستقلة معينة، مثل مستويين معينين من مستويات الإتقان. فإذا حددنا مستوى الصعوبة (d_2, d_1) على تدرج (اللوجيت) لكى نعين اختيارنا لموضعي محكين للأداء، فإنه يمكن تحويلهما إلى القيمتين (D_2 , D_1) على تدريج جديد مستقل، يضع هذين المحكين في وضع سهل التذكر، مثل ٥٠، أو ١٠٠، أو ٢٠٠ . ويكون حساب كل من عامل الموضع ($\propto$) وعامل المسافه (δ)، باستخدام المعادلتين الآتيتين:

$$\propto = (D_1 d_2 - D_2 d_1)/(d_2 - d_1) \quad (٦٢)$$

$$\delta = (D_2 - D_1)/(d_2 - d_1) \quad (٦٣)$$

(المرجع السابق، ص ١٩٩)

وبالتعويض عن قيم ($\propto$) و (δ) في المعادلتين (٥٦)، (٥٧)

$$B = \propto + \delta b \quad (٥٦)$$

$$D = \propto + \delta d \quad (٥٧)$$

نصل إلى التدريج الجديد لكل من القدرة B والصعوبة D.

فإذا كان المحك الأدنى للأداء على تدريج اللوجيت (d_1) يساوي (-٣ لوجيت) وكان المحك الأعلى للأداء (d_2) يساوي (٢ لوجيت). وأخترنا للمحك الأدنى الوضع ٢٠ على التدريج الجديد، وللمحك الأعلى الوضع ٥٠ على التدريج الجديد، فبالتعويض في المعادلتين (٦٢، ٦٣) تكون $\propto$=٣٨، δ=٦

وبهذا يصبح تدريجنا الجديد

$B = 38 + 6b$ حيث الصورة المألوفة هي B = ٣٨ + ٦ b

$D = 38 + 6d$ حيث الصورة المألوفة هي D = ٣٨ + ٦ d

مثال :

إذا كانت قدرة الفرد (b) = ٣ وصعوبة البند (d) = ٢ مقدره باللوجيت

فان قدرة الفرد (B) مقدره بوحدة (السيت) هي :

∵ B = ٣٨ + ٦ b

∴ B = ٣٨ + ٦ ×٣ = ٥٦ وحدة من وحدات (السيت)

اما صعوبة البند (D) مقدرة بوحدة (السيت) فهي :

∵ D = ٣٨ + ٦ d

∴ D = ٣٨ + ٦×٢ = ٥٠ وحدة من وحدات (السيت)

- وحدات التدريج الخاصة باحتمال الاستجابة الصواب

Response Probability Scaling Units (Chips)

قد يستخدم أحيانا الاختبار المبني بطريقة نموذج (راش) لغرض التنبؤ باحتمال الاستجابة الصواب؛ وذلك بالاعتماد على تدريج جديد يفي بهذا الغرض، ويقوم هذا التدريج على وحدات، هي شيب (Chips)، تعين الفرق بين قدرة الفرد وصعوبة البند عبر احتمالات الاستجابة الصواب، مثل ١, ، ٢٥, ، ٥٠, ، ٧٥, ، ٩٠, ، وذلك بوحدات سهلة التذكر، مثل ٥، ١٠٠، ٢٠ أو ٢٥.

(المرجع السابق، ص ١٠٢ - ٢٠٣)

- وحدة التدريج المستخدمة في المقاييس البريطانية للقدرات (BAS):

في هذا المقياس حولت وحدات (اللوجيت) إلى وحدات جديدة لتحقيق الهدفين السابق ذكرهما وهما:

- ان تكون تقديرات كل من القدرة والصعوبة موجبة دائما.
- ان تكون هذه التقديرات بوحدات صحيحة ليس فيها كسور.

ولتحقيق الهدف الأول عُدَ الأفراد الحاصلون على الدرجة الخام (واحد) على كل مقياس من مقاييس (BAS)، كوحدة قياس لتدريج هذا المقياس. وتستخدم هذه الوحدة في تعريف قدرات باقي الأفراد، كما تستخدم هذه الوحدة ايضا في تعيين قيم صعوبات البنود. وللتخلص من القيم الكسرية تضرب قيم (اللوجيت) في العدد ١٠ ثم يقرب الناتج لأقرب عدد صحيح.

وعلى هذا فلتحويل صعوبة البنود من وحدات اللوجيت الى وحدات مقياس (BAS) يكون :

D_{BAS} = ١٠ $[d_i+(1-a_1)]$حيث المعادلة هي :

(٦٤) $$D_{BAS} = 10\,[d_i + (1 - a_1)]$$

ولتحويل قدرة الأفراد من وحدات اللوجيت الى وحدات مقياس (BAS) يكون :

D_{BAS} = ١٠ $[a_r+(1-a_1)]$حيث المعادلة هي :

(٦٥) $$B_{BAS} = 10\,[a_r + (1 - a_1)]$$

حيث :

D_{BAS} صعوبة البند (i) بعد تحويلها الى وحدات التدريج BAS

B_{BAS} قدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية (r) بعد التحويل إلى وحدات BAS

(d_i) صعوبة البند (i) مقدرة بوحدة (اللوجيت).

(a_r) قدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية (r) مقدرة باللوجيت.

(a_1) قدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية واحدة مقدرة باللوجيت

(Elliott,2,1983a, P.20 - 23)

مثال :

إذا كانت :

قدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية واحدا صحيحا (a_1) = −٢ لوجيت

وقدرة الفرد الحاصل على الدرجة الكلية r وهي (a_r) = ٣ لوجيت

وصعوبة البند (d_i) = ٢ لوجيت

فإن صعوبة البند مقدرة بوحدات BAS هي

D_{BAS} = ١٠ {٢+[١−(−٢)]} = ١٠ (٢+٣)= ٥٠ وحدة من وحدات المقاييس البريطانية للقدرات

اما قدرة الفرد مقدرة بوحدات BAS، فهي

B_{BAS} = ١٠ {٣+[١−(−٢)]} = ١٠ (٣+٣)= ٦٠ وحدة من وحدات المقاييس البريطانية للقدرات

ـ وحدة الواط

استخدم برنامج الكمبيوتر DICOT وحدات جديدة لتقدير كل من الصعوبة والقدرة، حيث حولت التقديرات من وحدات اللوجيت المألوفة إلى الوحدات الجديدة التي سميت الواط، حيث.

$$B = ٥٠ + \frac{١٥}{لو_هـ ٤} \times b$$ حيث الصورة المألوفة هي: (٦٦)

$B = 50+ (15/ln4)b$

$$D = ٥٠ + \frac{١٥}{لو_هـ ٤} \times d$$ حيث الصورة المألوفة هي: (٦٧)

$D = 50+ (15/ln4)d$

حيث :

(D , B) هما تقديرا كل من القدرة والصعوبة مقدران بالواط.

(d , b) هما تقديراهما مقدران (باللوجيت) (Masters, 1984, P.140)

ويؤدي هذا التدريج إلى أن يكون متوسط صعوبة البنود ٥٠، وإلى أن تتدرج كل من (D , B) من القيمة صفر، وحتى القيمة ١٠٠، ويتميز هذا التدريج بسهولة تفسير تقديرات قدرة الأفراد.

مثال :

إذا كانت قدرة الفرد (b)= ٣، وصعوبة البند (d)= ٢ مقدرة باللوجيت فإن قدرة الفرد (B) مقدرة بوحدة الواط هي :

$$B = ٥٠ + \frac{١٥}{لو_هـ ٤} \times b$$

∵ لو_هـ ٤ = ١٫٣٩

$$\therefore B = ٥٠ + \frac{١٥}{١٫٣٩} \times ٣ = ٨٢٫٥ = ٨٣$$ وحدة من وحدات الواط تقريبا

اما صعوبة البند D مقدرة بوحدة الواط، فهي

$$D = ٥٠ + \frac{١٥}{لو_هـ ٤} \times d$$

$$\therefore D = ٥٠ + \frac{١٥}{١٫٣٩} \times ٢ = ٧١٫٦ = ٧٢$$ وحدة من وحدات الواط تقريبا

تاسعا : اهم تطبيقات نموذج راش : بنك الأسئلة

من اهم التطبيقات العملية لنموذج (راش) في القياس، تكوين بنك الاسئلة الذي يضم عدة اختبارات، تتدرج بنودها جميعا في تدريج واحد مشترك، وصفر واحد مشترك، بحيث تعرف مدى واسعا من مستويات المتغير موضوع القياس.

ويبدأ بنك الاسئلة بدمج اختبارين في تدريج واحد، وينتهي بشبكة من الاختبارات التي تغطي المدى الواسع من متغير القياس. وتقوم فكرة تكوين بنك الاسئلة على ما يتمتع به النموذج من خاصية استقلال القياس عن كل من تأثيرات العينة، ومجموعة البنود المستخدمة. وستتناول المناقشة الاتية اربع نقاط هي :

١ ـ دمج بنود اختبارين في تدريج واحد.
٢ ـ تكوين بنك الاسئلة.
٣ ـ سحب الاختبارات الفرعية من بنك الاسئلة.
٤ ـ حبك الاختبار.

١ ـ دمج بنود اختبارين في تدريج واحد

وتهدف هذه العملية الى تحويل التدريج المستقل لكل من الاختبارين الى تدريج واحد مشترك، ويتطلب هذا التحويل القيام بعملية موازنة، او معادلة، لتدرج البنود المكونة لكل من الاختبارين. وتتم هذه العملية بأسلوبين: يقوم أولهما على استخدام بعض البنود المشتركة بين الاختبارين، ويقوم الاسلوب الثاني على استخدام بعض الافراد المشتركين في أداء كل من الاختبارين، وفيما يلي مناقشة كل من الاسلوبين.

أ ـ دمج اختبارين باستخدام مجموعة مشتركة من الافراد

إذا توفر لدينا اختباران، يضم الاختبار الاول مجموعة من البنود الصعبة المتدرجة بوساطة نموذج (راش)، بحيث تعرف المستوى الصعب من متغير ما، ويضم الاختبار الاخر مجموعة من البنود السهلة المتدرجة بالطريقة نفسها بحيث تعرف المستوى السهل من المتغير نفسه، ثم اردنا ان نضم هذين الاختبارين في تدريج واحد مشترك، فمن الممكن ان نعتمد على اداء عينة واحدة من الأفراد لكل من الإختبارين. وفي هذه الحال يتوفر لدينا تقديران لكل فرد من افراد العينة، الذين

أمكنهم الاستجابة لهذين الاختبارين، يشتق احد التقديرين من الاختبار السهل، ويشتق التقدير الاخر من الاختبار الصعب .

وتبعا لنموذج (راش) ينبغي ان تتكافأ تقديرات القدرة المتناظرة للافراد المشتقة من هذين الاختبارين. ولما كان متوسط صعوبة البنود للاختبار الصعب يختلف عن متوسط صعوبة بنود الاختبار السهل، فان نقطة صفر التدريج لكل من بنود الاختبارين تختلف في موقعها على متصل المتغير. هنا يبدو أن هناك اختلافا ثابتا في تقدير القدرة المشتق من كل من الاختبارين، وذلك نتيجة للازاحة الحادثة بين صفري التدريجين اللذين ينسب اليهما كل من تقديري القدرة . عندئذ ينبغي تعديل تدرج كل من بنود الاختبارين ليصبحا على تدريج واحد وصفر مشترك. وهذا ما يسمى بالتعادل الرأسي Vertical Equating لكل من الاختبارين الصعب والسهل. ويستخدم الفرق بين متوسطي قدرة الافراد، كما تقدر من كل من الاختبارين، في تقدير مقدار الازاحة المطلوبة لوضع كل من الاختبارين السهل والصعب على تدريج واحد وصفر مشترك هو متوسط صعوبة بنود الاختبارين معا .

وينبغي ان نتوقع أن يكون عدد الافراد الذين يمكنهم أداء كل من الاختبارين قليلا، حيث يحذف من التحليل جميع الأفراد الحاصلين على الدرجات التامة من الاختبار السهل، وكذلك جميع الأفراد الحاصلين على الدرجات الصفرية من الإختبار الصعب .

مثال :

ومن الممكن الاستعانة باحد الامثلة التي اوردها (Wright & stone, 1979, P.109) لمناقشة وتوضيح كيف يمكن تعديل تدرج اختبارين أحدهما يختص بتقدير المستوى السهل من المتغير والآخر بتقدير المستوى الصعب منه، وضمهما في تدريج مشترك، وذلك باستخدام مجموعة مشتركة من الافراد .

في هذا المثال يتكون الاختبار السهل من ٩ بنود. ويتكون الاختبار الصعب من ٨ بنود. وقد أدى الإختبارين ٢٩ فردا. وكان
متوسط قدرة الأفراد على الاختبار السهل ١,٤٩، والانحراف المعياري ٠,٨٠ .
متوسط قدرة الأفراد على الاختبار الصعب ـ ٠,٥٧ والانحراف المعياري ٠,٤٣ .
وعلى هذا فان الفرق بين متوسط قدرة الافراد على كل من الاختبارين هو ٢,٠٦*
وفيما يلي خطوات التعادل الرأسي Vertical Equating لكل الاختبارين ووضعهما على تدريج مشترك باستخدام عينه مشتركة من الأفراد.

(١) يقدر الفرق بين صعوبتي كل من الإختبارين السهل والصعب بوساطة الفرق الملاحظ بين متوسطي قدرة الأفراد، الذين قاموا بأداء كل من الاختبارين، وهو في مثالنا هذا = ٢,٠٦ .

(٢) يقسم هذا الفرق على كل من تسعة البنود السهلة وثمانية البنود الصعبة وذلك لكي يكون متوسط صعوبة البنود الـ ١٧ جميعها صفرا .

نصيب كل بند من بنود الاختبار السهل = $\frac{١٧ - ٩}{١٧}$ × ٢,٠٦ = ,٩٧

نصيب كل بند من بنود الاختبار الصعب = $\frac{١٧ - ٨}{١٧}$ × ٢,٠٦ = ١,٠٩

(٣) لوضع كل من الاختبارين على تدريج مشترك يطرح المقدار ,٩٧ من كل بند من بنود الاختبار السهل، كما يضاف المقدار ١,٠٩ لكل بند من بنود الاختبار الصعب .

ويوضح الجدول رقم (٥) الخطوات السابقة، التي طبقت على المثال السابق .

- يتضمن العمود الاول تسلسل البنود جميعها وعددها ١٧ بندا .
- يوضح العمود الثاني تدرج صعوبة بنود الاختبار السهل مقدرة باللوجيت، وحيث متوسط هذه الصعوبات صفر .
- يوضح العمود الثالث تدرج صعوبة بنود الاختبار الصعب مقدرة باللوجيت حيث متوسط هذه الصعوبات صفر .
- يتضمن العمودان الرابع والخامس تعديل تدرج كل من الاختبارين وتحويلهما الى تدريج مشترك بعد طرح القيمة ,٩٧ من كل بند من بنود الاختبار السهل، واضافة المقدار ١,٠٩ لكل بند من بنود الاختبار الصعب. عندئذ يكون لصعوبة بنود الاختبارين تدريج مشترك وصفر واحد مشترك هو متوسط صعوبة هذه البنود جميعها .
- يتضمن العمود السادس تدرج مجموعة البنود الكلية المكونة من ١٧ بندا، التي درجت باعتبارها مجموعة واحدة على عينة الأفراد نفسها (٢٩ فردا) . ويعد هذا التدريج مرجعا نقارن به التدريج المشترك الناتج من ضم كل من الإختبارين السهل والصعب، باستخدام مجموعة مشتركة من الأفراد . وتهدف هذه المقارنة بين هذين التدريجين الى تقييم مدى كفاءة التدريج المشترك الناتج عن ضم الاختبارين .

جدول رقم (٥)

دمج إختبارين أحدهما سهل والآخر صعب في تدريج مشترك باستخدام أفراد مشتركين

مسلسل	التدريج المستقل لكل من الاختبارين		التدريج المشترك للاختبارين معا		التدريج* المرجعي	الفرق بين التدريجين
	السهل	الصعب	السهل صعوبة البند -٩٧	الصعب صعوبة البند +١,٠٩		
٥	,٠٣		-,٩٤		-١,٠٤	-,١٠
٦	,٠٣		-,٩٤		-١,٠٤	-,١٠
٧	-,٩٤		-١,٩١		-٢,٠٥	-,١٤
٨	,٠٣		-,٩٤		-١,٠٤	-,١٠
٩	,٢٤		-,٧٣		-,٨٢	-,٠٩
١٠	,٤٣		-,٥٤		-,٦٢	-,٠٨
١١	١,٣٦		,٣٩		,٣٥	-,٠٤
١٢		-١,٤١		-,٣٢	-,١٠	,٢٢
١٣	-,٢٢		-١,١٩		-١,٣٠	-,١١
١٤		-١,٢٥		-,١٦	,٠٥	,٢١
١٥	-,٩٤		١,٩١		-٢,٠٥	-,١٤
١٦		-٢,٦٦		-١,٥٧	١,٣٠	,٢٧
١٧		-,١٢		,٩٧	١,١٠	,١٣
١٨		,٦٥		١,٧٤	١,٨١	,٠٧
١٩		,٦٥		١,٧٤	١,٨١	,٠٧
٢٠		١,٨٣		٢,٩٢	٢,٩٠	-,٠٢
٢٢		٢,٣٢		٣,٤١	٣,٣٦	-,٠٥
المتوسط	٠,٠٠	٠,٠٠	,٠٠		٠,٠٠	٠,٠٠
الانحراف المعياري	,٧٠	١,٧٠	١,٦٢		١,٦٥	٠,١٤

- يتضمن العمود السابع الفرق بين تقديري الصعوبة لكل بند من البنود، الذي يشتق أحدهما من التدريج المشترك الناتج عن ضم الاختبارين والتدريج المبني على أساس أن البنود جميعها تعد مجموعة واحدة. ويلاحظ ان الفروق بين هذه التقديرات المتناظره صفرية، مما يطمئن الى كفاءة التدرج المشترك الناتج عن تعديل تدريجي الاختبارين.

على الرغم من هذا الاطمئنان إلا أن هذا الأسلوب في ضم الاختبارين ليس هو الاسلوب الأكثر شيوعا، نظر لقلة عدد الافراد الذين يتمكنون من أداء كل من الاختبارين السهل والصعب. لذا فإن الأسلوب الثاني في دمج اختبارين بوساطة مجموعة من البنود المشتركة هو الأكثر إستخداما.

ب - دمج اختبارين باستخدام مجموعة من البنود المشتركة

اذا توفرت لدينا مجموعتان من البنود الملائمة المتدرجة كل منها على حدة بوساطة نموذج (راش)، وكانت إحدى المجموعتين تكون اختبارا سهلا وتكون الأخرى إختبارا صعبا، واذا أردنا ضم هذين الاختبارين في تدريج مشترك، فمن الممكن أن نعتمد على استخدام مجموعة مشتركة من البنود بين كل من الاختبارين. وتكون هذه البنود المشتركة رباطا أو جسرا بين الاختبارين.

فاذا كونا إختبارين، يتكون أحدهما من مجموعة البنود السهلة، مضافا اليها مجموعة من البنود المشتركة ويتكون الآخر من مجموعة البنود الصعبة مضافا اليها مجموعة البنود المشتركة نفسها، ثم درجت بنود كل من هذين الاختبارين - كل على حدة - باستخدام عينتين مختلفتين، عندئذ يكون لدينا تقديران لصعوبة كل بند من بنود المجموعة المشتركة، أحدهما مشتق من الاختبار الأول، والآخر مشتق من الإختبار الثاني.

وتبعا لنموذج (راش) ينبغي أن تتكافأ تقديرات الصعوبة لهذه البنود المشتركة المشتقة من كل من الاختبارين. ولما كان صفري التدريج لبنود كل من الإختبارين يختلفان على متصل المتغير، فإن هذه الازاحة بين صفري التدريجين تؤدي إلى هذا الإختلاف الملاحظ بين تقديري الصعوبة لهذه البنود المشتركة بين الإختبارين. ويمكن التعبير عن هذه الإزاحة بمقدار ثابت، يضاف الى صعوبات بنود الاختبار الصعب، حتى ينتظم مع الاختبار السهل في تدريج مشترك واحد.

ويمكن تقدير هذا الثابت، اي هذه الإزاحة، بمتوسط الفرق بين التقديرين

المتناظرين لصعوبة كل بند من البنود الرابطة، المشتقة من كل من الاختبارين السهل والصعب. ويمكن تصوير ذلك بالمعادلة الآتية:

$$C_{AB} = \sum_{I}^{K} (d_{IA} - d_{IB})/K \qquad (٦٨)$$

كما يقدر الخطأ المعياري لهذه الازاحة بالمقدار $3.5 / (NK)^{1/2}$

(Elliott, 1983b, P.26; Wright and Stone, 1979, P.96)

حيث:

C_{AB} هو الثابت الذي يعبر عن مقدار الازاحة

K عدد البنود المشتركة

d_{IA} هو صعوبة البند (I) على تدرج احد الاختبارين وليكن (A) وحيث (I) هو احد البنود المشتركة.

d_{IB} هو صعوبة البند (I) على تدرج الاختبار الآخر وليكن (B)

N عدد أفراد العينة المستخدمة في تدريج كل اختبار.

ومن الممكن تقييم هذه الرابطة بين الاختبارين باحصاء الملاءمة الآتي

$$\sum_{I}^{K} (d_{IA} - d_{IB} - C_{AB})^2 \, (N/12) \, [K/(K-1)] \qquad .(٦٩)$$

حيث يكون توزيعة تقريبا هو كا٢(χ^2) بدرجات حرية K

كما يمكن تقييم ملاءمة أي بند من بنود المجموعة المشتركة (الرابطة) باحصاء الملاءمة الآتي.

$$(d_{IA} - d_{IB} - C_{AB})^2 \, (N/12) \, [K/(K-1)] \qquad (٧٠)$$

حيث توزيعه تقريبا هو كا٢(χ^2) بدرجات حرية ١

(المرجعان السابقان)

واذا كانت البنود الرابطة ملاءمة للنموذج، كما تقدر من كل من الاختبارين على العينتين المختلفتين، فهذا يعني أحادية البعد، واستقلالية القياس للاختبارين معا في تدريجهما المشترك.

مثال:

ومن الممكن الاستعانة بأحد الأمثلة التي اوردها (Wright & Stone, 1979, P.112) وذلك لمناقشة وتوضيح كيف يمكن تعديل تدريج اختبار صعب لضمه في تدريج

مشترك، مع اختبار آخر سهل، وذلك باستخدام مجموعة مشتركة من البنود (الرابطة).

في هذا المثال:

تتكون مجموعة البنود السهلة من ٨ بنود.
تتكون مجموعه البنود الرابطة من ٦ بنود.
تتكون مجموعة البنود الصعبة من ٩ بنود .

ومن ذلك تكون إختباران، أحدهما الصورة السهلة، وتتكون من ٨ بنود سهلة + ٦ بنود رابطة (E) والآخر هو الصورة الصعبة، وتتكون من ٦ بنود رابطة + ٩ بنود صعبة (H) وقد درجت الصورة (السهلة + الرابطة) على عينة من خمسين فردا، بينما درجت الصورة (الرابطة + الصعبة) على عينة أخرى من واحد وخمسين فردا أعلى في المستوى من العينة الاولى .

والجدول الآتي يوضح تدرج بنود كل من الصورتين على حدة .

جدول رقم (٦)

تدرج الصورة (السهلة + الرابطة) والصورة (الرابطة + الصعبة)

البنود	الصورة (السهلة + الرابطة) (E)		الصورة (الرابطة + الصعبة) (H)	
	الصعوبة	الخطأ المعياري	الصعوبة	الخطأ المعياري
٣	-٣,٨٠			
٤	-٢,٠٠			
٥	-,٣٧			
٦	-,٣٧			
٧	-٢,٠٠			
٨	-,٣٧			
٩	,٠٦			
١٠	,٢٠			
١١	,٩٧	,٣٦	-٢,٢٤	,٤٩
١٢	٢,٠٨	,٣٨	-١,٨٣	,٤٤
١٣	١,٥٨	,٣٦	-٣,٢٢	,٧٣
١٤	١,٩٥	,٣٧	-٢,٨٠	,٦١
١٥	,٨٤	,٣٦	-٣,٩٠	١,٠١
١٦	١,٢١	,٣٦	-٢,٠٢	,٤٦
١٧			,٦٠	
١٨			-,٥٠	
١٩			,٢٦	
٢٠			١,١٨	
٢١			١,٥٦	
٢٢			١,٥٦	
٢٣			٢,٧٨	
٢٤			٤,٥١	
٢٥			٤,٠٦	
المتوسط	,٠٠		,٠٠	
الانحراف المعياري	١,٦٨		٢,٦٤	

ويختص الجدول الآتي بتحليل مجموعة البنود الرابطة من حيث تحديد مقدار الازاحة (C)، وهو الثابت الذي يضاف الى صعوبة بنود الصورة الصعبة، لتتدرج في تدريج مشترك مع البنود السهلة . كما يوضح هذا الجدول اختبار الملاءمة لمجموعة البنود الرابطة .

جدول رقم (٧)

تحليل مجموعة البنود الرابطة

البنود الرابطة	حساب مقدار الازاحة الرابطة C			اختبار الملاءمة لمجموعة البنود الرابطة		
	صعوبة البنود الرابطة من الصورة		الفرق بين الصعوبات المتناظرة	بواقي الفروق =الفرق - الازاحة	الخطأ المعياري للبواقي S_D	البواقي المعيارية Z = بواقي الفروق / الخطأ المعياري
	السهلة	الصعبة				
١١	,٩٧	٢,٢٤-	٣,٢١	,٩٠-	,٦١	١,٤٨-
١٢	٢,٠٨	١,٨٣-	٣,٩١	,٢٠-	,٥٨	,٣٤-
١٣	١,٥٨	٣,٢٢-	٤,٨٠	,٦٩	,٨١	,٨٥
١٤	١,٩٥	٢,٨٠-	٤,٧٥	,٦٤	,٧١	,٩٠
١٥	,٨٤	٣,٩٠-	٤,٧٤	,٦٣	١,٠٧	,٥٩
١٦	١,٢١	٢,٠٢-	٣,٢٣	,٨٨-	,٥٨	١,٥٢-
المتوسط	١,٤٤	٢,٦٧-	C = ٤,١١	,٠٠		,١٧- ≏ صفر*
الانحراف المعياري	,٥٢	,٧٩	,٧٦	,٧٦		١,١٣ ≏ ١**

حيث تقدر الازاحة C من المعادلة (٦٨) حيث C = متوسط الفروق المبينة بالعمود الرابع

كما يقدر الخطأ المعياري لبواقي الفروق S_D من المعادلة

$$S_D = (S_E^2 + S_H^2)^{1/2} \quad (٧١)$$

كما ان المتوسط المتوقع للبواقي المعيارية (Z) هو الصفر، والخطأ المعياري له هو الواحد .

---

* توزيع اعتدالي بمتوسط صفر

** توزيع اعتدالي بانحراف معياري (واحد) .

*** للحصول على (S^2_E) يربع الخطأ المعياري لصعوبة البنود المشتقة من الاختبار السهل

للحصول على (S^2_H) يربع الخطأ المعياري لصعوبة البنود المشتقة من الاختبار الصعب

يتطرق المثال بعد ذلك الى توضيح ضم البنود (السهلة + الرابطة) مع البنود (الرابطة + الصعبة) في تدريج مشترك هو تدريج البنود (السهلة + الرابطة).

والجدول الاتي يوضح ذلك.

جدول رقم (٨)

دمج اختيارين أحدهما سهل والاخر صعب بوساطة رابطة من البنود المشتركة

البنود	التدريج الخاص بكل صورة		ازاحة التدريج الى (السهلة+الرابطة)		التدريج المشترك للبنود	
	السهلة+الرابطة	الرابطة+الصعبة	لبنود الصورة الصعبة	للبنود الرابطة	المتوسطة =٢,٣٠	المتوسط=صفر
٣	-٣,٨٠				-٣,٨٠	-٦,١٠
٤	-٢,٠٠				-٢,٠٠	-٤,٣٠
٥	-,٣٧				-,٣٧	-٢,٦٧
٦	-,٣٧				-,٣٧	-٢,٦٧
٧	-٢,٠٠				-٢,٠٠	-٤,٣٠
٨	-,٣٧				-,٣٧	-٢,٦٧
٩	,٠٦				,٠٦	-٢,٢٠
١٠	,٢٠				,٢٠	-٢,١٠
١١	,٩٧	-٢,٢٤	١,٨٧	١,٤٢	١,٤٢	-,٩٢
١٢	٢,٠٨	-١,٨٣	٢,٢٨	٢,١٨	٢,١٨	-,١٢
١٣	١,٥٨	-٣,٢٢	,٨٩	١,٢٤	١,٢٤	-١,٠٦
١٤	١,٩٥	-٢,٨٠	١,٣١	١,٦٣	١,٦٣	-,٦٧
١٥	,٨٤	-٣,٩٠	,٢١	,٥٣	,٥٣	-١,٧٧
١٦	١,٢١	-٢,٠٢	٢,٠٩	١,٦٥	١,٦٥	-,٦٥
١٧		,٦٠	٤,٧١		٤,٧١	٢,٤١
١٨		-,٥٠	٣,٦١		٣,٦١	١,٣١
١٩		,٢٦	٤,٣٧		٤,٣٧	٢,٠٧
٢٠		١,١٨	٥,٢٩		٥,٢٩	٢,٩٩
٢١		١,٥٦	٥,٦٧		٥,٦٧	٣,٣٧
٢٢		١,٥٦	٥,٦٧		٥,٦٧	٣,٣٧
٢٣		٢,٧٨	٦,٨٩		٦,٨٩	٤,٥٩
٢٤		٤,٥١	٨,٦٢		٨,٦٢	٦,٣٢
٢٥		٤,٠٦	٨,١٧		٨,١٧	٥,٨٧
المتوسط	,٠٠	,٠٠	٤,١١		٢,٣٠	,٠٠
الانحراف المعياري	١,٦٨	٢,٦٤	٢,٦٤		٣,٣٧	٣,٣٧

من الجدول رقم (٨) نلاحظ ما يأتي:

- يتضمن العمودان الثاني والثالث التدريج المستقل لكل من الصورتين (السهلة + الرابطة)، و(الرابطة + الصعبة) والمشتق كل منهما من عينتين مستقلتين. ولما كان تدريج الصورة (السهلة + الرابطة) هو التدريج المشترك الذي ستحول اليه التدريجات الاخرى لذا فان صعوبات البنود السهلة من رقم ٣ الى ١٠ المدونة بالعمود الثاني تنقل مباشرة الى العمود السادس، حيث لن يمسها اي تغيير او ازاحة.

- يتضمن العمود الرابع صعوبات البنود للصورة (الرابطة + الصعبة) بعد اضافة مقدار الازاحة، السابق حسابه وهو ١١ ,٤ لكل بند من هذه البنود، وعندئذ تنقل صعوبات البنود الصعبة بعد هذا التعديل؛ اي من البنود رقم ١٧ حتى ٢٥؛ وذلك من العمود الرابع الى العمود السادس.

- يتضمن العمود الخامس صعوبات البنود الرابطة بعد تعديلها. ويكون هذا التعديل بحساب متوسط صعوبتي كل بند من تلك البنود الرابطة المشتقة من الصورة (السهلة + الرابطة)، والمشتقة من الصورة (الرابطة + الصعبة) بعد تعديلها، اي بعد إضافة مقدار الإزاحة المحسوب (١١ , ٤).

فإذا طبقنا ذلك على البند ١١، وهو البند الاول من البنود الرابطة، نجد ان صعوبة هذا البند كما تقدر من الصورة (السهلة + الرابطة) هي (٩٧ , ٠) كما ان صعوبة هذا البند كما تقدر من الصورة (الرابطة + الصعبة)، بعد تعديلها بثابت الازاحة هي (٨٧ , ١).

$$\text{فيكون متوسطها هو} = \frac{١,٨٧ + ,٩٧}{٢} = ١,٤٢$$

ويكون هذا المتوسط هو صعوبة هذا البند بعد تعديله. وبعد تعديل باقي البنود الرابطة، اي البنود (من ١١ إلى ١٦) تنقل جميعها الى العمود السادس.

- يتضمن العمود السادس صعوبات جميع البنود (من ٣ إلى ٢٥) في صورتها النهائية، وهو يضم صعوبات البنود السهلة (من ٣ إلى ١٠) كما هي، كما يضم صعوبات البنود الرابطة (من ١١ إلى ١٦) بعد تعديلها، وايضا صعوبات البنود الصعبة (من ١٧ إلى ٢٥) بعد التعديل. وتتدرج جميع هذه البنود في تدريج

مشترك واحد، ويلاحظ ان متوسط صعوبات هذه البنود هو ٢,٣٠ . ولكي يتمركز هذا التدريج حول الصفر، نجعل متوسط صعوبات البنود = صفرا، وذلك بطرح المقدار ٢,٣٠ من كل صعوبة من صعوبات هذه البنود، وترصد في العمود السابع.

وللتأكد من كفاءة هذه العملية تدرج صعوبات جميع البنود باعتبارها مجموعة واحدة تكون اختبارا واحدا، وذلك على عينة واحدة من الافراد، ويكون هذا التدريج هو التدريج المرجعي الذي على اساسه يقارن تدريج البنود الناتج من عملية ضم الاختبارين، باستخدام بنود مشتركة رابطة. فإذا كانت الفروق بين الصعوبتين المتناظرتين لكل بند صفرية، دل هذا على كفاءة عملية الضم بين الاختبارين.

٢ ـ تكوين بنك الاسئلة

تتضمن اغلب بنوك الاسئلة مئات من الاسئلة او البنود المدرجة على الاف من الافراد. ولما كان من المستحيل على كل فرد من الأفراد أن يؤدي كل سؤال من هذه الاسئلة، فان بناء البنك يقوم على دمج المجموعات المختلفة من البنود في تدريج واحد مشترك. ومن المناقشات السابقة نستطيع ان نتبين ان نموذج (راش) يوفر طريقة خاصة واضحة لبناء بنك الاسئلة. ويبدأ الاسلوب الرئيسي لتدريج عدد كبير من البنود على متغير واحد، باستخدام مجموعة من البنود المشتركة بين إختبارين مختلفين تقوم كرابطة، تضمهما في تدريج واحد مشترك. وبتكرار الرباط بين إختبارين أو أكثر، تتجمع أعداد كبيرة من البنود في تدريج مشترك واحد، تشكل بنكا للبنود. ويتطور الرباط بين الاختبارات المختلفة حتى يصل الى شبكة من الارتباطات المختلفة، كل رباط منها يربط بين إختبارين. وتشكل هذه الشبكة من الإرتباطات نسيجا من الاختبارات المدرجة جميعا على تدريج واحد. ويغطي بنك الاسئلة في هذه الحالة مدى واسعا من المتغير، كما يتضمن أيضا صورا متكافئة من الاختبارات التي تغطي المستويات المعرفة من المتغير موضوع القياس.

٣ ـ سحب الإختبارات الفرعية من بنك الاسئلة

رأينا فيما سبق كيف أتاح نموذج (راش) بناء بنك من الاسئلة الملائمة للنموذج، وان هذه الاسئلة تشكل فيما بينها نسيجا من الإختبارات المتلاحمة مع بعضها بجسور من البنود المشتركة. وتتدرج بنود هذه الاختبارات جميعها في تدريج

واحد مشترك، يتمركز حول نقطة صفر واحدة، وبذا فهو يعرف مستويات متدرجة من المتغير المراد قياسه.

ويتحكم في بناء بنك الاسئلة، عدد البنود التي نود تدريجها في البنك، والحد الاعلى لعدد البنود التي تكون الصورة الواحدة من الاختبارات الفرعية ، ومدى الصعوبة التي نود أن يغطيه هذا البنك.
ويتضمن البنك عادة عددا هائلا من تلك البنود المشتركة جميعها في تدريج واحد مشترك، والتي يتسع مدى صعوبتها ويزيد عما يستطيع أداءه فرد واحد من الافراد.

ويتميز بنك الاسئلة هذا بما يتميز به نموذج (راش) من أستقلالية القياس. وتتحرر بذلك تقديرات الأفراد من تأثيرات البنود المستخدمة، وهذا يعني تكافؤ تقديرات الأفراد، مهما اختلفت البنود المستخدمة، المسحوبة من بنك الاسئلة، بشرط مناسبتها لمستوى الافراد.

ويتيح المدى الواسع من القدرة، الذي يغطيه بنك الاسئلة فرصة إختيار المجموعات المختلفة من البنود التي تشكل الاختبارات التي تناسب مستويات الافراد المتباينة.

كما يتيح ما يتضمنه البنك من ذلك المدى العريض من البنود المتناظرة والمتكافئة الصعوبة، الفرصة لاختيار مجموعات البنود التي تشكل الصور المختلفة من الاختبارات، التي تناسب مجموعات الأفراد المتشابهة في مستوى القدرة.

وهكذا يشكل بنك الاسئلة مصدرا مفيدا لعائلة من الاختبارات، التي تعرف مدى واسعا من المتغير، وسواء كانت هذه الاختبارات طويلة او قصيرة، سهلة أو صعبة، واسعة من حيث مدى الصعوبة، او ضيقة، فانها تتعادل في تقديرها لمستوى قدرة الافراد. وبهذا يمكن اعتبار مشكلة بناء الصور المختلفة من الاختبارات الموضوعية في طريق الحل، وذلك بما يتيحه بنك الاسئلة من مرونة في اختيار الاختبارات المختلفة التي تتعادل تقديراتها للافراد بصورة مباشرة.

وهكذا يمكن ان نقارن بين مستويات القدرة للافراد او المجموعات المختلفة. كما يمكن أيضا قياس التغير الذي يحدث في مستوى الفرد، أو مستوى الافراد. وتكون هذه المقارنة، او قياس هذا التغير باستخدام اي مجموعات من البنود، طالما انها مسحوبة من بنك واحد للاسئلة، وطالما انها مناسبة للافراد الذين يؤدون الاختبار. وكلما كان الاختبار مناسبا للافراد كان تقدير القدرة اقرب للدقة.

ويكون الاختبار مناسبا للفرد او لمجموعة الافراد الذين يؤدونه عندما تقترب المميزات الإحصائية للاختبار من المميزات التي يمكن ان يتصف بها الفرد او الأفراد الذين نهدف إلى تقديرهم. وعلى هذا الأساس يمكن اختيار البنود التي تكون الاختبار المناسب لقياس قدرتهم من بين البنود التي يضمها بنك الاسئلة.

ومن الممكن تلخيص المميزات الأحصائية للفرد او الافراد المراد تقدير قدراتهم في الصورة الآتية G (M,S,D) حيث ترمز:

G إلى الهدف المراد قياسه (الفرد أو الأفراد).
M* إلى تقدير الفرد أو متوسط تقدير الأفراد.
S هو الانحراف المعياري لتقدير الفرد او الافراد.
D هو شكل التوزيع.

ويكون تقدير هذه المميزات الخاصة بقدرة الفرد او الافراد بصورة تقريبية، اما عن طريق خبرة الباحث وتوقعه، وإما عن طريق تجربته لبعض الصور المختصرة من المقياس. أما المميزات الإحصائية، التي ينبغي توفرها في الاختبار المناسب، فيمكن التعبير عنها هكذا T(H,W,L) حيث ترمز:

T الى الاختبار المناسب للقياس
H إلى ارتفاع الاختبار، وهو متوسط الصعوبة للبنود المختارة، التي تكون الاختبار.
W إلى عرض الاختبار، وهو مدى الصعوبة لبنود الاختبار.
L إلى طول الاختبار، وهو عدد بنوده.

أما المميزات الإحصائية التي تتوفر فعلا في الاختبار المستخدم، فيرمز لها t(h,w,L) حيث ترمز:

tالاختبار الفعلي المستخدم
h متوسط صعوبة البنود الفعلية.
wمدى الصعوبة الفعلي.

وقد لخص (Wright & Stone, 1979, P.139) الخطوات التي يمكن بها تصميم الاختبار T (H, W,L)، ليناسب الأفراد الذين نهدف الى تقديرهم G (M,S,D)، فيما يلي:

---

* تقدير الفرد إذا كان المراد تقدير قدرة فرد واحد
* متوسط تقدير الأفراد اذا كان المراد تقدير قدرات مجموعة من الأفراد.
وفي كلتا الحالتين يُرمز لهما بالرمز (M).

١ ـ من افتراضنا* لتقدير متوسط القدرة M نحدد المتوسط المناسب لصعوبة البنود $M=H$.

٢ ـ من افتراضنا للانحراف المعياري للقدرة S نحدد التشتت المناسب لصعوبة البنود $4S=W$.

٣ ـ تبعا للخطأ المعياري SEM، الذي تتطلبه دقة القياس، نحدد طول الاختبار $L= C/SEM^2$ حيث $C=6$ أو $C=6S$.

٤ ـ من H,W,L يمكن تحديد مجموعة من تقديرات البنود $\{\delta_i\}$ تبعا للصورة الآتية.

$$\delta_i = H - (W/2)(L - 2i + 1/L) \qquad i = 1,L \quad (٧٢)$$

بعد ذلك يحدد الاختبار الذي سيستخدم فعلا $t(h,w,L)$ من هذا التصميم للاختبار المناسب $T(H,W,L)$ وذلك باتباع الخطوات الآتية :

٥ ـ نختار مجموعة d_i من بنك الأسئلة هذا، بحيث تكون اقرب ما يمكن لمجموعة تقديرات البنود $\{\delta_i\}$ وذلك بالتقليل من الفرق $(d_i - \delta_i)$على قدر المستطاع.

٦ ـ عندئذ نحسب متوسط صعوبة الاختبار وانحرافه المعياري حيث :

$$h = \sum_{i}^{L} d_i/L = d. \qquad (٧٣)$$

$$w = [(d_L + d_{L-1} - d_2 - d_1)/2)]\,[L/(L-2)] \qquad (٧٤)$$

حيث :

D_L, D_{L-1} هما صعوبة اصعب بندين، وهما البندان L-1 ,L.

$d_1\ d_2$ هما صعوبة اسهل بندين، وهما البندان الأول والثاني.

٧ ـ عندئذ تكون مجموعة تقديرات البنود $\{d_i\}$ هي الاختبار $t(h,w,L)$ الذي يستخدم في تقدير قدرة الفرد او الأفراد المراد تقديرها.

٨ ـ باستخدام قيم الصعوبة المقدرة في بنك الأسئلة لهذه البنود المختارة التي تكون الاختبار، يعوض في المعادلة (٢٢) لتحديد تقديرات الأفراد المقابلة لكل درجة كلية على هذا الاختبار الفرعي. وهذه التقديرات تعادل تقديرات الافراد أنفسهم على اي اختبار فرعي اخر يسحب من هذا البنك نفسه، وإن اختلفت الدرجة الكلية للفرد على الاختبارين.

---

* يساعد على هذا الافتراض خبرة الباحث، او بتجربة صور مختصرة من الاختبار.

وقد استخدمت بنوك الاسئلة في مجال التحصيل الدراسي، مثل تلك التي استخدمت في التعليم الطبي (Kelley, & Schumacher, 1984) وفي مناهج الرياضيات (Rentz, & Bashaw, 1977) وفي القراءة (Robitallie, & Q'shea, 1983) كما يجري الان عمل بنوك لاسئلة بعض المقررات في امتحانات الثانوية العامة بالمملكة المتحدة مثل مقررات الرياضيات.

كما استخدمت فكرة بنك الأسئلة ايضا في مجال القياس العقلي. ففي المقاييس البريطانية للقدرات المكونة من ٢٣ مقياسا للقدرات العقلية المختلفة، تنقسم أغلب هذه المقاييس إلى مقاييس فرعية متعادلة.

(Elliott, Murray & Pearson, 1983)

٤ ـ حبك الاختبار Tailoring the test

تبدو الحاجة واضحة الى ضرورة تعيين أو تخصيص الاختبار الذي يناسب الفرد، حتى لا نجابه ذلك الموقف الذي تكون فيه البنود غير مناسبة للفرد الذي يجريها. لذا فقد كان من اهم المشكلات التي يجابهها الفاحص هي كيف يحدد مستوى الفرد بحيث يمكن اختيار او سحب بنود من بنك الاسئلة تقترب صعوباتها من قدرة هذا الفرد، حتى تكون هذه البنود اختبارا محبوكا على الفرد او الافراد الذين سوف يؤدون هذا الاختبار. وكلما كان الاختبار محبوكا على الفرد استطعنا التوصل الى الدقة في القياس. وتتم عملية حبك الاختبار للفرد او لمجموعة الافراد بعدة طرق : (Wright & Stone, 1979, P.0.151 - 153)

أ ـ حبك الاختبار بناء على حالة الفرد (الدراسية او العمرية).

Status Tailiring

حيث تكون المعلومات حول الصف الدراسي المناسب او العمر المناسب للفرد كافية لحبك اختبار مدرسي. وفي هذه الحالة يمكن استخدام تلك المعلومات عن الصف الدراسي المناسب للفرد او مجموعة الأفراد، وكذلك المتغيرات المتعلقة بمعايير هذا الصف الدراسي في تحديد مجموعة من البنود المناسبة لقدرة هؤلاء الافراد. وبالاضافة الى ذلك تلعب خبرة المدرس دورا مهما في تحقيق هذا الهدف.

ب ـ حبك الاختبار بناء على الاداء Performance Tailoring

عندما تكون المعلومات المتوفرة عن المستوى الدراسي او العمري غير كافية،

فقد تعتمد عملية حبك الاختبار ليكون مناسبا للفرد، على احد الاختبارات الاستطلاعية. ويتكون هذا الاختبار الاستطلاعي عادة من ٥ إلى ١٠ بنود يمتد مدى صعوباتها بصورة كافية، بحيث يغطي ابعد مستوى متوقع للفرد. وفي الاحوال التي يكون فيها الاختبار الاستطلاعي اختبارا ذاتي التصحيح، فمن الممكن ان يستدل الفرد بنفسه على الاختبار المحبوك المناسب لمستوى قدرته، وذلك من درجته الكلية على ذلك الاختبار الاستطلاعي.

حـ - الحبك الذاتي Self - TailOring

تتسم هذه الطريقة بأنها طريقة عملية حيث يعطي الفرد المراد تقدير قدرته، كراسة البنود، وهي بنود تتدرج صعوبتها بانتظام، ويطلب من الفرد أن يحدد المستوى المناسب له. وتبدأ عملية الاختبار عندما يحدد الفرد بنودا صعبة تتحدى انتباهه، ولكنها في الوقت نفسه سهلة في مستوى التناول. ويستمر الفرد في عملية الاستجابة للبنود الأكثر صعوبة، حتى يقرر الفرد نفسه ان مستوى الصعوبة قد أصبح خارج نطاق قدرته. ويتكون عندئذ الاختبار من مجموعة البنود المتصلة التي استخدمها الفرد.

ويوفر هذا الاتجاه توافقا ذاتيا لاختلاف الأفراد في السرعة والارتياح للاختبار ومستوى القدرة. وبتحديد التسلسل لكل من اسهل واصعب البنود التي اجاب عليها الفرد، وكذلك لعدد الاستجابات الصحيحة التي اصابها هذا الفرد يمكن ان نصل الى تقدير لقدرته، وكذا لخطئها المعياري، ويكون ذلك بمجرد الاطلاع على جدول من صفحة واحدة، يوضع ليناسب مجموعة البنود المستخدمة للقياس وهو جدول العلاقة التقييسية بين الدرجة الكلية وتقدير القدرة المشتق من هذه المجموعة من البنود.

وتناظر هذه الطريقة ما يجري في حالة الاختبارات الفردية كاختبار ستانفورد - بينيه من تحديد للمستوى الادنى والمستوى الاعلى للاداء. وان كان تحديد البنود في حالة الحبك الذاتي تتم عن طريق المفحوص وليس عن طريق الفاحص. (المرجع السابق، ص. ١٥١ - ١٥٣).

عاشرا : تطوير النموذج

كان لعالم الرياضيات الدانمركي جورج راش الفضل الاول في ابتداع ذلك النموذج اللوغاريتمي. المسمى باسمه لتحقيق المتطلبات التي تصل بنا الى الموضوعية في القياس السلوكي. كما كان للعالم الاميركي رايت الفضل الاكبر والنصيب الاوفر في تفسير وتطويع هذا النموذج للتطبيق العملي. ولم تقتصر جهود رايت على ذلك، بل عمل ايضا على تطوير النموذج، وتطوير اساليب ووسائل ومجالات تطبيقه. لهذه الاسباب كانت مؤلفات رايت في هذا المجال ودراساته وابحاثه وبرامجه للحاسب الآلي هي المراجع والوسائل الاساسية لمن يتصدى لهذا النموذج سواء بالدراسة او بالتطبيق. وعلى الرغم من بساطة النظرية التي يقوم عليها نموذج (راش) الا انه قد لاقى صعوبات عديدة. وتبدو هذه الصعوبات احيانا في مفاهيمه الجديدة في القياس، وتبدو أحيانا في الصعوبات العملية التي قد تقف عثرة في سبيل الاقتناع به كوسيلة سهلة التطبيق والانتشار. وقد كانت هذه الصعوبات تحديا وحافزا لكثير من العلماء على البحث والتقصي في سبيل العمل على تطوير النموذج. وسيتناول هذا الجزء من الدراسة بعض هذه التطويرات التي قام بها بعض العلماء وأمكن للباحثة التوصل اليها وسيكون هذا التناول كما يلي:

- تطوير النموذج من حيث بعض النواحي النظرية.
- تطوير النموذج للتغلب على بعض مشكلات القياس
- تطوير النموذج من حيث مجالات التطبيق.
- استخدام نموذج (راش) في البيئة العربية.

ـ تطوير النموذج من حيث بعض النواحي النظرية

(١) أحادية البعد ـ تعدد البعد

كان من أهم أوجه النقد التي وجهت إلى استخدام نموذج (راش) في القياس السلوكي، هو ما يفترضه النموذج ويقوم عليه، من أحادية في بعد القياس، قد يصعب تحقيقها في مجال الظواهر السلوكية المتشابكة.

وقد قدم (Mckinley, and Reckase, 1982)بحثا ناقشا فيه ما يتعلق باقتصار القياس على سمة واحدة تمشيا مع أحادية البعد الذي تقوم عليه وتتطلبه نماذج السمات الكامنة، وأهمها نموذج (راش). وأوضحا أن الاختبار التحصيلي لا

تقتصر أهدافه على قياس سمة واحدة، وإنما يهدف إلى قياس عينة مما يغطيه المنهج . وهٰذا يعني، في رأيهما، أن أغلب هٰذه النماذج لا تكون مناسبة لهٰذه الاختبارات التي قد لا يصح عدها بوجه عام أحادية البعد. وبهذا قدم هذان الباحثان تعليلا من وجهة نظرهما لما قد يصاب نماذج السمات الكامنة من قصور في بعض الاحيان. وقد ناقشت هٰذه الدراسة ستة نماذج مختلفة من نماذج السمات الكامنة، التي يمكن أن تستخدم مع معطيات الاستجابات المتعددة البعد. وقد تبين أن اثنين فقط من هٰذه النماذج قد أمكن تطبيقها لمثل هٰذه البيانات المتعددة، وهما نموذج Bock and Atkin model ونموذج (راش) العام the generalized Rasch model. وقد كان الهدف الأساسي لدراسة هذين الباحثين، النظر في تطبيق نموذج (راش) العام على البيانات المتعددة البعد. وقد تعرض بحثهما لعدة صور مختلفة من هٰذا النموذج، تتدرج من حيث تعقيدها لتحديد مدى نجاحها في نمذجة البيانات المتعددة البعد، كما تعرض البحث أيضا إلى إمكانية اشتقاق المعالم الخاصة بهٰذه النماذج. وقد تعرضت الدراسة بالبحث والتقصي، للنماذج الآتية : ـ

أ ـ نموذج المتجه. The vector model

ب ـ نموذج حاصل ضرب الحدود The product term model

جـ ـ نموذج المتجه وحاصل ضرب الحدود The vector and product term model

د ـ نموذج المتجه المختزل وحاصل ضرب الحدود The reduced vector and product term model

هـ ـ نموذج البنود المتجمعة The item cluster model

وقد تبين عدم قدرة هٰذه الصور جميعها على التعامل مع البيانات المتعددة البعد، ما عدا النموذجين الأخيرين. وعلى الرغم مما يبدو على النموذج الأخير من إمكانية التعامل مع هٰذه البيانات إلا أنه محدود في إطار ضيق من التطبيق. ويبقى بعد ذلك النموذج المتجه المختزل وحاصل ضرب الحدود، الذي يبدو أنه أقدر النماذج السابقة على نمذجه البيانات المتعددة البعد على الرغم من صعوبة تقديره للمعالم عن غيره من تلك النماذج.

(٢) ثنائية الاستجابة ـ تدرج الاستجابة

يقوم نموذج (راش) على التقدير الثنائي للاستجابة. فإما أن يصيب الفرد الهدف، ويجيب على البند إجابة صحيحة، وعندئذ يحصل على الدرجة (واحد)،

وإما أن يخطىء الفرد الهدف، ويجيب على البند إجابة خاطئة، وعندئذ يحصل على الدرجة (صفر). وقد عملت محاولات لتطوير النموذج، بحيث يتضمن الاستجابة المتدرجة على البند. وفي هذه الأحوال قد تمتد الإجابة مثلا من تمام الموافقة إلى تمام الرفض، وتتدرج بينهما مستويات أخرى من الموافقة. وغالبا ما يكون تدرج الاستجابة من خمس نقاط أو أربع نقاط أو ثلاث نقاط.

كانت دراسة (Vogt, K., 1971) حول تعميم استخدام نموذج (راش) من الحالة الثنائية للاستجابة على البند، إلى الحالة التي تكون فيها الاستجابة عبارة عن تدرج من نقاط أو أوزان. وفي هذه الحالة، التي تتعدد فيها درجة الاستجابة، تعتمد درجة الفرد على بند ما، على تدرج مجموعة من البدائل الخاصة بالاستجابة، حيث تعطى لكل منها درجة معينة، أو وزن معين، وذلك علاوة على اعتمادها على كل من معلمي قدرة الفرد وصعوبة البند. وقد استخدمت هذه الدراسة احتمال الترجيح الأكبر The maximum likelihood الذي قدمه رايت للاستجابة الثنائية، في حالات الاستجابة المتدرجة أيضا. كما توصل البحث كذلك إلى برنامج للحاسب الآلي، يناسب هذا التعميم.

وقد قام (Jansen, and Roskam, E. E. 1983) بدراسة أخرى حول نموذج (راش) المتعدد الاستجابة، وثنائية الاستجابات المتدرجة. وقد ناقشت هذه الدراسة اتساق نموذج (راش) المتعدد الاستجابة Polychotomous Rasch Model، مع ثنائية متصل الاستجابة dichotomization of the response continuum باعتبار أن تقسيم الاستجابة المتدرجة الذي يقدم للأفراد هو أساساً تقسيم اعتباري على مدى متصل الصفة. وقد ميزت المناقشة بين التعدد والثنائية عند تصميم شكل الاستجابة، وكذلك عند تحويل البيانات الفعلية للاستجابة المتعددة إلى الثنائية. وقد وجد الباحثان أنه، في هذه الحالة الأخيرة، فإن نموذج (راش) المتعدد الاستجابة لا يتسق مع مثل هذه الثنائية. فقد تحقق البيانات نموذج (راش) الأحادي البعد المتعدد الاستجابة، ولكنها قد لا تحققه بعد تحولها إلى الثنائية الا عند حالة خاصة معينة لمعلمي النموذج. وطالما ليس هناك فرق جذري بين الثنائية عند تصميم شكل الاستجابة والثنائية عندما تتحول إليها الاستجابة المتدرجة، فإن قيمة نموذج (راش) الأحادي البعد، والمتعدد الاستجابة يكون في حاجة الى مزيد من بذل الجهد في البحث والدراسة.

ـ تطوير النموذج للتغلب على بعض مشكلات القياس

من أهم مشكلات القياس التي صاحبت استخدام نموذج (راش)، مشكلة الاستجابات غير الملائمة. وقد تعرض (Wright and stone, 1979, P.P.165 - 190) لهذه الاستجابات، وأمكن لهما حصرها في الأحوال الآتية: الميل إلى النوم sleeping or fumbling، والتخمين guessing، والتثاقل، أو عدم الحماس plodding. وقد قاما بمناقشة نمط الاستجابة في كل حال من هذه الاحوال ومقارنتها بنمط الاستجابة العادية. وقد توصلا إلى بعض التصميمات التي يمكن أن تعالج هذه الحالات، حتى تعطي تقديرات لقدرة الفرد تقرب من القيمة الحقيقية لها. وحول هذا تعرضت ايضا دراسة (Smith, 1981)

أما مشكلة تجانس الاختبار، فقد قدم لذلك (Lindstrom, 1983) دراستين امبريقيتين تبين استخدام نموذج (راش) لاختبار مدى تجانس الاختبار. وقد أوضحت هاتان الدراستان أن الاختبارات الإحصائية الخاصة بميل المنحنىٰ المميز للبند (I.C.C) غير كافية لاختبار عدم التجانس، وأن اختبارات التساوي لهذه المنحنيات عبر مجموعات الأفراد، وكذلك اختبارات التساوي للمنحنيات المميزة للفرد عبر مجموعات البنود هي الاختبارات المناسبة التي ينبغي أن تستخدم. وقد أوضحت هاتان الدراستان الحاجة الكبيرة للأساس النظري لهذه التطبيقات، وأن مشكلة اختبار عدم التجانس هي بالأساس مشكلة نظرية.

ـ تطوير النموذج من حيث مجالات التطبيق

كان من بين أوجه النقد التي وجهتها الباحثة في دراستها السابقة، التي نشرت (١٩٨١) اقتصار تطبيقات النموذج إما على القدرات في مجال القياس النفسي او على التحصيل الدراسي في مجال القياس التربوي. وعللت ذلك بأن بعض المجالات الأخرى في القياس، مثل مجال الاتجاهات والقيم تتشبع بوضوح بثقافة المجتمع، حيث تختلف عندئذ معايير الصواب والخطأ. ومنذ بدأت الجهود في تطوير النموذج، ليشمل الاستجابات المتدرجة بعد اقتصاره في أول الأمر على الاستجابة الثنائية، أصبحت الفرصة متاحة، كي يتسع إطار التطبيق أمام النموذج، ويمتد إلى نواحي جديدة لم يتطرق إليها من قبل.

ففي مجال السمات الوجدانية بدأ كل من (Curry& Riegel, 1978) بتطبيق

نموذج (راش) على قياس السمات الوجدانية، وقد توصل الباحثان إلى أن اختبار الملاءمة لاستجابات الفرد هو اختبار صدق لدرجة هذا الفرد على الاختبار. كما أن اختبارات الملاءمة للبنود وسيلة لاستكشاف العوامل الوجدانية، وان البنود المتجمعة في تدريج واحد تتيح الفرصة لإضافة بنود جديدة، تصل في النهاية إلى مقياس واحد ممتد لقياس احد هذه المتغيرات الوجدانية.

أما في مجال الاتجاهات، فقد طبق (Kifer, Berger & Domer, 1975) نموذج (راش) في بناء اختبار حول الاتجاهات نحو التوسع في اعباء مساعدي أطباء الأسنان.

ولبناء مقياس لتقدير الذات لدى المسنين قام بذلك (Buyssen, Van den Wollenberg & Wimmer, 1983) وأوضحت النتائج قوة نموذج (راش) في تطوير أساليب القياس في علم الشيخوخة. وكما اتسع المجال أمام نموذج (راش) وتوصل إلى مجالات عديدة مثل بناء الاختبارات الخاصة بالخدمة المدنية (Durovic, 1970)، وكذلك في مجال الاعلام .(Warfel, 1984)

أما التطبيقات العديدة في مجال القدرة العقلية، فقد كان من ابرزها المقاييس البريطانية للقدرات (BAS)، التي بدأ العمل بها عام ١٩٦٥،ونشرت عام ١٩٨٣م. واهتمت بها الباحثة منذ عام ١٩٧٦ إلى الان. وقد قامت بنشر هذا المقياس المهم المؤسسة القومية للبحوث التربوية في انجلترا وويلز (N.F.E.R)، كما نشطت وحدات الأبحاث بهذه المؤسسة لتطبيق نموذج (راش) في بناء مقاييس تحصيل لمستوى الثانوية العامة تضمها بنوك الأسئلة المختلفة، لخدمة المملكة المتحدة كلها.

ـ استخدام نموذج (راش) في البيئة العربية

إن التوصل إلى الموضوعية في قياس الظواهر السلوكية هدف، طالما سعى إلى تحقيقه المهتمون بالبلاد العربية. وقد بدأ هذا الاهتمام منذ بدأت حركة القياس في مصر، وذلك بجهود روادها الاوائل إسماعيل القباني، ثم عبدالعزيز القوصي، ومن بعدهما فؤاد البهي السيد. وقد قامت جهود هؤلاء العلماء مثلما قامت جهود غيرهم من علماء القياس على فلسفة القياس جماعية ـ المرجع وهي الفلسفة التي اتضح من المناقشات السابقة مدى قصورها في تحقيق الموضوعية في القياس السلوكي.

وقد كان لتضارب نتائج الأبحاث وتناقضها مع ما يتوقعه العلماء أثر في الشعور بالقصور في تحقيق الموضوعية في القياس، سواء في مجال التحصيل أو القدرات أو

الاتجاهات وغيرها من سمات الشخصية. وقد اتضح هذا التضارب في تلك الدراسات التي قامت حول تقويم الطالب بكلية الاداب في جامعة الكويت، حيث كان الأساتذة من وجهة نظر الطلبة متشددون في تقديراتهم، بينما كان الاساتذة متساهلون في تقديراتهم من وجهة نظر ادارة الكلية (امينة كاظم، ١٩٨٤، ص ٤٨). اما تناقض النتائج مع ما يتوقعه الباحثون، فمن الممكن ان يتمثل في عدم ثبات العلاقة بين اختبارات الذكاء، واختبارات التحصيل، بوضعها الراهن في البيئة العربية.

وقد كان غياب الموضوعية في قياس تحصيل الطلبة واضحا كما ابرزتها تلك الدراسات الاربعة التي قامت بها (امينة كاظم، ١٩٨٤) بعنوان «دراسة في تحليل نتائج التحصيل لطلاب كلية الاداب جامعة الكويت». لذا كان من اهم التوصيات التي اكدت عليها تبني قضية الموضوعية في تقدير تحصيل الطلاب، فعند غياب الموضوعية تختلط الأمور ويصبح اي تفسير كان.

هنا تبدو اهمية الاستفادة من تطبيق نموذج (راش) للقياس، في حل بعض مشكلات الموضوعية في القياس، في البيئة العربية، سواء في مجال التحصيل، أو قياس الذكاء، او غير ذلك.

١ ـ استخدام نموذج (راش) في قياس التحصيل الدراسي

أ ـ في مجال التعليم الجامعي

إن استخدام نموذج (راش) في بناء الاختبارات المختلفة التي تعرف متغيرا ما، وليكن تحصيل أحد المقررات الجامعية، يتيح بناء بنوك للأسئلة تحقق خواص الموضوعية في القياس. وكما سبق ان ذكرنا، فإن هذا يعني أن نتائج القياس:

- لا تختلف باختلاف مجموعة البنود المستخدمة.
- لا تختلف باختلاف مجموعة الأفراد المستخدمة للاختبار.

ويمكن استغلال هذه الخواص في تقويم تحصيل الطلبة بالجامعات العربية، سواء تلك التي تتبع النظم الجامعية التقليدية، مثل اغلب الجامعات المصرية، او تلك التي تتبع نظما جامعية حديثة (مثل نظام المقررات)، وهي التي نراها شائعة في اغلب الجامعات الخليجية.

ففي الجامعات المصرية ينقسم الطلبة إلى شعب متعددة، تستوعب تلك الأعداد الهائلة من طلبة تلك الجامعات. وبالمثل ينقسم الطلبة في الجامعات التي تتبع نظام المقررات إلى شعب متعددة، وذلك لكل مقرر من المقررات المختلفة حتى يختار الطالب من بينها ما يلائم تخصصه ووقته، والاستاذ الذي يفضله. وفي كلتا الحالتين، يتباين طلبة المقرر الواحد، ويختلفون من شعبة إلى أخرى، ويقوم على تدريسهم أساتذة يختلفون سواء في طرق التدريس، أو طرق التقويم، ومراته وأسلوبه. وفي هذه الأحوال نجد أنه من النادر توفر اختبار تتوفر فيه شروط المقياس الجيد. وإنما الأمر مجرد اجتهادات قائمة على أساس غير علمي سليم، إلا عند بعض اعضاء هيئة التدريس، ممن له معرفة بأسس القياس الشائعة. وبات هناك اعتقاد شائع لدى الطلاب أن تقديراتهم تتغير باختلاف الشعبة التي يلتحقون بها، وباختلاف الاستاذ، وكذا باختلاف الاختبار المستخدم. هنا تبدو أهمية استخدام نموذج (راش) في بناء بنوك الاسئلة التي تتدرج على تدريج مشترك واحد، وتشترك في صفر واحد، يتيح للأستاذ أن يسحب منها مجموعة البنود المناسبة لطلبة الشعبة التي يقوم بتدريسها، والتي تحقق اهدافه من القياس. وعندئذ يكون تقدير مستوى تحصيل الطالب موضوعيا، لا يتأثر بمجموعة البنود المستخدمة، طالما أنها تنتمي للبنك نفسه، كما لا تتأثر بالشعبة التي ينتمي إليها الطالب. وبذا يمكن دراسة مدى نمو التحصيل لدى الطالب، كما يمكن المقارنة بين تحصيل الطلبة في الشعبة الواحدة، وفي الشعب المختلفة، وكذا المقارنة بين المجموعات المختلفة، وغير ذلك، مما يمكن تحقيقه من أهداف.

ب - استخدام نموذج (راش) في مجال التعليم العام

تعتمد سياسة قبول الطلبة بالجامعات العربية على مستوى الطالب في شهادة الثانوية العامة، كما يتمثل في المجموع الكلي للدرجات. ويختلف مستوى أو محك القبول من عام إلى عام تبعا لعدة أسباب من بينها، مستوى الطلبة ومستوى الامتحانات. وعندما يستخدم نموذج (راش) في بناء بنوك للأسئلة لكل مقرر من المقررات، التي تزود دائما وعاما بعد عام ببنود جديدة تتدرج مع باقي البنود، يمكن عندئذ أن يسحب من هذه البنوك كل عام مجموعة الاسئلة المناسبة التي تحقق الأهداف، عندئذ تكون المحكات المحددة على هذه الاختبارات، المسحوبه من بنك الأسئلة، قابلة للمقارنة من عام إلى عام، بصرف النظر عن إختلاف الدرجات الكلية للطلبه على هذه الاختبارات. كما يمكن أن يسحب من هذه البنوك في العام

الواحد مجموعات من الاسئلة المختلفة، يمكن بها تكوين إختبارات مستقلة تعقدها المديريات التعليمية بالمحافظات المختلفة، ولايتأثر عندئذ تقدير مستوى الطلاب بإختلاف الاختبار أو باختلاف الطلاب بالمحافظات المختلفة. كما يمكن البدء أيضا في استخدام نموذج (راش) في بناء الاختبارات، وتكوين بنوك الاسئلة لتحقيق ما نستطيع من موضوعية في قياس التحصيل في أي مرحلة من مراحل التعليم العام .

٢ ـ في مجال القياس العقلي

إن مانلاحظه من تباين وما نلمحه من اختلاف بين الشرائح المكونه لأى مجتمع من المجتمعات، يجعل من العسير تقنين أي اختبار للذكاء على جميع هذه الشرائح المتباينة من المجتمع، وذلك إذا استخدمنا الطرق الشائعة في القياس. وهنا تبدو أهمية استخدام نموذج (راش) في عمل مقاييس للقدرات أو للذكاء، تصلح لقياس المستويات الممتدة على المدى الواسع من هذه المتغيرات .

وعندما نفكر في عمل مقاييس مصرية للقدرات، أو مقاييس خليجية للقدرات على غرار المقاييس البريطانية للقدرات (BAS)، فهذا يعني أن يمتد تدرج بنود كل مقياس من أدنى مستوى ممكن لقياس القدرة موضوع القياس، إلى أعلى مستوى ممكن لقياسها.

ويحتاج بناء هذه المقاييس إلى عمل من المتخصصين، وتديره إحدى الهيئات العلمية المتخصصة. وعندما يتم بناء مثل هذه المقاييس، فإن ذلك يتيح دراسة نمو القدرة العقلية، كما يتيح عقد المقارنات بين الشرائح المختلفة من المجتمع على هذه القدرة، وغير ذلك مما لا تتيحه أدوات القياس السلوكي الشائعة .

وقد بدأت **الباحثة خطواتها فعلا لتحقيق هذا الهدف.**

٣ ـ الاستفادةمن المقاييس السلوكية السابق إنشاؤها

من الممكن الاستفادة بما يتيحه نموذج (راش) من إمكانية، في عمل بنوك للأسئلة تتكون من البنود الملائمة من مقاييس السلوك المتوفرة حاليا، والتي سبق أن أنشئت بطرق القياس الشائعة .

فمن الممكن استخدام مجموعة من هذه الاختبارات التي تتيح صياغة بنودها

الفرصة ؛ لكي تضم في بنك واحد للأسئلة ، التي تعرف مدى واسعا من إحدى القدرات العقلية ولتكن القدرة اللغوية مثلا . ولما كان من الصعب إجراء هذه المجموعة الكبيرة من الاختبارات مع عينة واحدة من الأفراد في جلسة واحدة ، فمن الممكن استخدام عينات مختلفة لإعادة تدريج بنود كل اختبار من هذه الاختبارات ، وذلك بطريقة نموذج (راش) . وعندئذ تستبعد تلك البنود غير الملائمة ، وتستبقي فقط البنود الملائمة للنموذج . بعد ذلك يمكن ضم هذه الاختبارات في بنك واحد للاسئلة ، وذلك بضم كل اختبارين معا في تدريج واحد مشترك ، له صفر واحد مشترك ، وذلك باستخدام بنود مشتركة بين الاختبارين ، وتكرار ذلك حتى يتكون بنك الاسئلة الذي يغطي مدى واسعا من متغير القدرة موضوع القياس وبذلك نكون قد استفدنا من الاختبارات العقلية المتوفرة ، وإعادة استخدامها بصورة موضوعية ، كما يوفرها نموذج (راش) في القياس .

الفصـل الخامس
مناقشة نقدية حول نموذج (راش)

وجهت الدراسة السابقة (أمينة كاظم، ١٩٨١) وناقشت بصورة عامة بعض اوجه النقد لنموذج القياس السلوكي، موضوع الدراسة (راش) من حيث:

- مناقشة بعض مسلماته الأساسية.
- تقييمه من حيث مدى تحقيقه لبعض الأغراض التي وضع من أجلها.
- مناقشة بعض الصعوبات التي تكتنف تطبيقه.

وتهتم هذه الدراسة الراهنة، وبعد ما حدث لنموذج (راش) من نمو وتطوير، أن تضع هذا النموذج مرة أخرى على ميزان النقد، وترى ما ينبىء به هذا الميزان.

وقد يكون من المناسب أن تتناول المناقشة النقدية في هذا الفصل أهم تلك الجوانب السابق مناقشتها؛ لتقييم ما حدث فيها من تغيير، وأن تتعدى ذلك إلى أوجه جديدة لم تكن موضوعا لمناقشات سابقة.

١ ـ مناقشة بعض مسلمات النموذج الأساسية

أ ـ أحادية القياس

كان للدراسة (أمينة كاظم، ١٩٨١)، علامة استفهام كبيرة حول إحدى مسلمات النموذج الرئيسية، وهي أن الأفراد ذوو قدرة أحادية البعد مثلها هي الحال بالنسبة لأطوالهم واوزانهم. وأوضحت أن تشبيه المستوى السيكولوجي للقياس بالمستوى الفيزيائي تشبيه يعوزه الدقة، ويتسم بالاختزالية، أي بتسطيح المشكلات المعقدة واختزالها اختزالا قد يكون مخلا، وان تشبع السلوك بالمتغيرات الثقافية المختلفة وأساليب التنشئة الاجتماعية المتنوعة، يجعل تعريف المتغيرات السلوكية بوساطة الاختبارات التي لا تختلف بنودها إلا في بعد واحد فقط، هو صعوبتها، امر لايبدو هينا.

وقد لفت هٰذا أنظار بعض الباحثين من أمثال (Rentz and Rentz, 1978) ودارت المناقشات حول فرض أحادية البعد، الذي يقوم عليه نموذج (راش). وحول هٰذا أيضا كانت دراسة (Mckinley and Reckase, 1982). وقد ناقش هذان الباحثان محدودية نجاح نماذج السمات الكامنة في إطار قياس السمة الواحدة، وعللا ذلك باعتماد اغلبها على هٰذا الفرض القائل بأحادية البعد. وأوضحا محدودية نجاح تلك النماذج في قياس التحصيل الدراسي، الذي يهدف إلى قياس عينة من المادة المتعلمة. لذا كان البديل لتخطي هٰذه العقبة، في رأي هٰذين الباحثين، إنشاء نماذج أخرى متعددة البعد.

وكما سبق أن ذكرنا فلم تستخدم هٰذه النماذج المتعددة البعد إلا في أبحاث قليلة كانت جميعها محدودة النجاح. كما تطلب بعضها شروطا إحصائية معينة أو ظروفا تجريبية صارمة.

ولكن هل تعقد الظاهرة السلوكية يؤثر حقا في امكانية تدرجها على متصل بعد واحد؟.

اذا نظرنا الى احدى هذه الظواهر السلوكية، وليكن متغير التحصيل الدراسي باعتباره محصلة لتفاعل مجموعة من المتغيرات المؤثرة، نجد أن من الممكن تمثيل كل متغير من هذه المجموعة من المتغيرات بوساطة بعد أو متصل خاص، ولا يمنع هذا من التعبيرعن محصلة هذه المتغيرات وهي التحصيل الدراسي بوساطة بعد أو متصل واحد تتدرج عليه مستوياتها المختلفة. وهذا ما افترضه نموذج (راش) الاحادي البعد، واستطاع ان يثبت عمليا نجاحه ومصداقيته في تعريف المتغيرات السلوكية. كما امكن لاحصاءات الملاءمة المختلفة ان تستبعد تلك البنود غير الملاءمة وتستبقي تلك التي تتسق مع بعضها وتتدرج على متصل الصفة موضوع القياس كبعد أحادي الاتجاه.

ب - استقلالية القياس

ويعني تحرر القياس من تأثيرات كل من تقديرات البند، وتقديرات العينة فعلى الرغم من ضرورة اعتماد أداء الفرد على مجموعة من البنود الملائمة، إلا أن تقدير هٰذا الأداء، كما يفترضه ويتطلبه نموذج (راش)، لا يعتمد على مجموعة بنود معينة، وإنما يعتمد على أي مجموعة من البنود الملائمة. وهٰذا هو معنىٰ تحرر تقدير الفرد من تقديرات البند Item-free، وبالمثل فعلى الرغم من ضرورة اعتماد تقدير

صعوبة البند على مجموعة من الأفراد الملائمين، إلا أن تقدير هٰذه الصعوبة لا تعتمد على مجموعة معينة من الأفراد، وإنما تعتمد على أي مجموعة من الأفراد الملائمين. وهٰذا هو معنى تحرر تقديرات البند من تقديرات العينة. Sample-free

وتقوم أهمية نموذج (راش) بل جميع نماذج السمات الكامنة عامة، على مدى تحقيقها لمتطلبات استقلالية القياس هذه ـ فعلىٰ هذا تقوم فكرة الموضوعية في القياس الذي يهدف النموذج إلى الوصول إليها، وتقوم هٰذه الموضوعية على معنى الموضوعية الخاصة التي سبقت مناقشتها، والتي تقوم في جوهرها على موضوعية المقارنة بين قدرة فردين تكون إحداهما نقطة الصفر، أو المقارنة بين تدريج بندين يكون أحدهما نقطة الصفر. ولما كان ما يقيسه تقدير البند هو ما يقيسه تقدير الفرد نفسه، فان نقطة الصفر ـ وهي نقطة اعتبارية ـ من الممكن توحيدها لكل من تقديرات الفرد، وتقديرات البند.

إن الموضوعية بهٰذا المعنى تعني أن تقديرات البنود تبقىٰ دائما متعادلة (باعتبار الخطأ المعياري)، مهما استخدمنا أي مجموعة من الأفراد المناسبين، كما أن تقديرات العينة تبقىٰ كذلك متعادلة، مهما استخدمنا أي مجموعة من البنود المناسبة. ولكن حتى نصل إلى دقة القياس وتحرره، ومن ثم موضوعيته، ينبغي أن تقترب تقديرات عينة الأفراد من تقديرات البنود المستخدمة. وهذا يرادف ما سبق أن نوقش في هٰذه الدراسة من تعادل وزن الجسم أو تساويه، مهما استخدمنا من أنواع الموازين (أي الأداة المعدة لقياس متغير الوزن)، طالما أنها تتوافق مع وزن هٰذا الجسم، ولكن لا يمكن أن نصل إلى هٰذه النتيجة، إذا لم تكن تلك الموازين مناسبة. فقد لا يتعادل وزن جسم ما إذا استخدم في ذلك ميزان الذهب الحساس، وميزان القباني المعد لقياس بالات القطن.

وقد تناولت الأبحاث والدراسات هٰذه النقطة المهمة ـ وهي استقلالية القياس ـ بالبحث والتقصي، وذلك لأنها حجر الزاوية في هٰذه النظرية في القياس الموضوعي، وعلى أساسها تقوم. كما أنها تتمثل في شكل تطبيقات عملية أبرزها تكوين بنك الأسئلة. وقد تنوعت واختلفت نتائج هٰذه الدراسات، فمنها ما يبرز أوجه النقص أو الضعف، ومنها ما يبرز النواحي الإيجابية، ويرد بذلك على بعض هذه الدراسات الأخرى. ولكن الباحث الموضوعي يجد في هذا الاختلاف وسيلة لإمعان الفكر، ووضع يد البحث على كل ما يعيق مسيرة الموضوعية في القياس السلوكي. فإن تعدد المحاولات والاتجاهات هو في الواقع إثراء للتفكير الإنساني.

فإن إبراز المشكلات وما يحيط بها من علامات الاستفهام، يشحذ الفكر الإنساني لتحديها والتغلب عليها. وقد تظهر بعد ذلك مشكلات جديدة، وعلامات استفهام جديدة، تشكل بدورها تحديا جديدا، يجابهه العلم، ويتصدى للإجابة عليه. وهنا يكمن التقدم في مسيرة العلم والإنسانية.

وقد تناولت بعض الدراسات دعوى النموذج باستقلالية القياس، وذلك بالبحث والتقصي عن تعادل التقديرات، سواء للبنود أو الأفراد، وذلك عند اختلاف عينات الأفراد التي تشكل عينة التدريج - أو عند اختلاف مجموعات البنود المستخدمة.

ومن بين هٰذه الأبحاث تلك الدراسة التي قام بها (Slinde and Linn, 1978) حول استخدام نموذج (راش) في التعادل الرأسي Vertical equating للاختبارات. وعلى الرغم من عدّ هٰذه الدراسة للنموذج أنه كان واعدا، إلا أن نتائجها الأمبريقية أدت إلى التساؤل حول كفاية نموذج (راش).

وفي بحث آخر عن التعادل الرأسي بوساطة نموذج (راش)، وذلك لمجموعات من الأفراد مختلفة في القدرة، واختبارات مختلفة في الصعوبة قام به (Slinde and Linn, 1979 a). واستخدم فيه الباحثان مجموعة من اختبارات الفهم اللغوي المختلفة جدا في الصعوبة، وذلك لثلاث مجموعات من الأفراد، تختلف كل منها جدا عن الأخرى في مستوى القدرة. وتحت هٰذه الظروف المتطرفة، لم يكن نموذج (راش) مقنعا لتحقيق التعادل بين التقديرات المتناظرة (وهذا يذكرنا بميزان الذهب الحساس، والميزان القباني للبضائع، وعدم قدرتها على تحقيق التعادل في وزن أحد الأجسام).

وفي بحث آخر قامت به (Holmes, Susan, 1982) حول أحادية البعد والتعادل الرأسي بوساطة نموذج (راش). قامت الباحثة بتكوين اختبارين من اختبارات التحصيل في القراءة. وقامت الباحثة بعمل التعادل الرأسي بين تقديرات الاختبارين، مستخدمة في ذلك عينات من المستويين الثالث والرابع، وكان هناك اختلاف في التقديرات المتناظرة، أدى إلى عدّ نموذج (راش) لايوفر وسيلة مقنعة للتعادل الرأسي من وجهة نظر هذه الباحثة.

وقد رد (Gustafsson, 1979) على انتقاد (Slinde and Linn) بدراسة حول نموذج (راش) والتعادل الرأسي للاختبارات. دلل فيها على أن انتقاص هٰذين

الباحثين لفائدة نموذج (راش) لتعادل الاختبارات قد يكون نتيجة لأسلوبها الاصطناعي، الذي اختيرت على أساسه العينات في تلك الدراسة.

وهذا ما توصل إليه فعلا الباحثان أنفساهما (Slinde and Linn, 1979 b) عندما استخدما مجموعات من الأفراد لا تختلف كثيرا في القدرة، فبمجرد استخدامهما لزوج واحد من الاختبارات، ومستوى دراسي واحد، كان نموذج (راش) وسيلة معقولة لعملية تعادل الاختبارات.

وقد قدم (Dong and Others, 1983) بحثا إمبريقيا حول ما يدعيه نموذج (راش) من استقلال في تدرج البنود عن تقديرات العينة، حيث قاموا بمقارنة تقديرات صعوبة البنود، وكذا تقديرات القدرة بين عينات مختلفة في مستوى القدرة. واستخدم في ذلك ثلاثة اختبارات من مجموعة اختبارات بول للقدرات Ball Aptitude, Battery

وقد لاءم نموذج (راش) هٰذه الاختبارات الثلاثة وكذا ثلاث العينات جميعها. وقد عضد ذلك دعوى استقلال تقديرات القياس عن تأثيرات العينة، حيث كانت معالم النموذج لكل من صعوبة البند، وقدرة الفرد، مستقلة نسبيا عن مستوى قدرة عينات التدريج.

بالإضافة إلى هذا فقد كانت تلك الدراسة التطبيقية التي قام بها (Willmott, and Fowles, 1974) على مجموعة من الاختبارات التحصيلية لامتحان الثانوية العامة البريطانية G.C.E وتحققا فيها من دعوى استقلالية القياس باستخدام نموذج (راش).

كما قامت وحدة الأبحاث في المؤسسة القومية للبحوث التربوية بانجلترا وويلز، وكذلك جامعة مانشستر بتبني مجموعة من هذه الدراسات، وأبرزها المقاييس البريطانية للقدرات (BAS) (Elliott, 1983).

وعلى الرغم من دراسة (Mclean and Ragsdale, 1983) التي عنوانها نموذج (راش) لاختبارات التحصيل غير مناسب في الماضي، وغير مناسب في الحاضر، وغير مناسب في الغد، فإنهما يدعوان إلى الاستمرار في تطبيقه وتشجيعه.

إن هٰذه الدراسات المختلفة المتنوعة الاتجاه لصيحة تحذير للباحثين عند استخدامهم لنموذج (راش)، واعتمادهم عليه كوسيلة موضوعية للقياس السلوكي. ويكمن هٰذا التحذير في اختيار عينة التدريج، عندما نقوم ببناء اختبار

ما، وكذا في اختيار مجموعة البنود التي نقدر بها قدرات الأفراد. فعند ضبط جميع العوامل التي يمكن أن تؤثر في ملاءمة كل من البند والفرد فينبغي تقارب مستوى صعوبة البنود المستخدمة مع قدرات أفراد العينة، فيصل بنا هٰذا إلى التوافق المطلوب بين الأداة والعناصر المقاسة مما يؤدي إلى تحرر القياس وموضوعيته. وهٰذا يرادف اختيار المسطرة المناسبة التي تتوافق مع العنصر المطلوب قياس طوله، ولا يخدش هٰذا دعوى الموضوعية في القياس.

٢ ـ مناقشة استخدام النموذج في مجالات معينة من القياس السلوكي

كان مما وجهته الباحثة في دراستها السابقة (١٩٨١)، لنموذج (راش) من أوجه النقد، اقتصار تطبيقاته على قياس القدرات في المجال النفسي، وعلى قياس التحصيل في المجال التربوي. ولكن ما سبق ذكره، حول ما قامت به الدراسات والابحاث الحديثة من محاولات التطوير لاستخدام هذا النموذج في مجالات جديدة، مثل مجالات الاتجاهات، والقيم، والسمات الوجدانية، وتقدير الذات، جعل هذا النقد يتوارى نوعا. ولعل هذا الاستخدام في هذه المجالات الجديدة، كان نتيجة للتطوير الذي حدث، من تعدد البعد، وتدرج الاستجابة ووحدات القياس الجديدة. ولكن ما زالت بعض الصعوبات التي سبق مناقشتها تعترض الطريق امام تطبيق النموذج في مجالات اوسع وما زالت الجهود العلمية مستمرة في إطار تخطي هذه العقبات.

٣ ـ صعوبات عملية تكتنف تطبيق النموذج

كانت جهود رايت لجعل ذلك النموذج الذي قدمه جورج راش عام (١٩٦٠)، ممكن التطبيق، كبيرة جدا، فعلى الرغم مما يبدو على النموذج من بساطة من الناحية النظرية، فلم يكن تطويعه للتطبيق سهلا. وهذه الصعوبة في التطبيق، بالاضافة الى صعوبة بعض المفاهيم، جعلت الكثيرين من العلماء والباحثين والتربويين يقفون معارضين أو متخوفين. ومن أهم أوجه المعارضة والتخوف عدم سهولة استخدام النموذج في بناء الاختبارات وتحليلها، وتقدير الأفراد بوساطتها وذلك بالنسبة للمدرس العادي في المدرسة. هذا المدرس العادي الذي أصبح في أحيان كثيرة متمرسا في بناء ما يسمى بالاختبارات الموضوعية بالطرق الشائعة المعروفة.

ووصل هذا الخوف أيضا إلى صعوبة إدراك معنى وحدة القياس، وخاصة عندما يكون تقدير القدرة بهذه الوحدة سالبا. وقد شكلت مثل هذه الصعوبات تحديا أمام العلماء، للتغلب على صعوبات التطبيق العلمية، خاصة في المدارس، فقد كان من ضمن الأهداف ألا يكون استخدام النموذج قاصرا على استخدام العلماء، ومراكز البحوث، بل يتعدى ذلك إلى التربويين والمدرسين في مدارسهم .

وفي دراسة (Masters, 1984) حول تحليل اختبارات الفصل بوساطة نموذج (راش)، أوضح الباحث تلك الصعوبات التي تقف أمام استخدام نماذج السمات الكامنة، وجعلتها تتحدد في إطار البحث العلمي، والجهود القومية. وقد أوضح أن كثيرا من هذه الصعوبات يرجع إلى النقص في برامج الحاسب الآلي الخاصة بهذه النماذج، والقادرة على تحليل نتائج الاختبارات بوساطة المدرسين أنفسهم. وبعد الانتشار الواسع للآلات الحاسبة بالمدارس، وازدياد عدد المدرسين القادرين على استخدام الأدوات، القادرة على تحليل نتائج الاختبارات، باستخدام نماذج السمات الكامنة، فقد آن الأوان لإعطاء الفرصة للمدرسين لاستخدام هذه النماذج .

وقد قدم الباحث في دراسته هذه برنامجا يحقق هذا الغرض، وهو برنامج DICOT الذي طور من خلال قسم التربية لغرب استراليا، وذلك لتحليل تحصيل الأطفال على اختبارات الفصل. وقد كان التأكيد على تقديم النتائج بصورة سهلة التفسير، لتكون مفيدة للمدرسين، وبحيث توفر تحليلا مفصلا لتحصيل التلاميذ .

كما أوضحت الدراسة السابقة أن برنامج DICOT قد بني على نموذج (راش) الثنائي الاستجابة، كما استخدمت فيه خطوات الترجيح الأكبر غير المشروط .

وكما سبق أن ذكرنا فقد امكن بهذا البرنامج تحويل كل من تقديرات القدرة، والصعوبة من القياس المألوف (لوجيت) إلى وحدة قياس جديدة هي (الواط)، حيث متوسط صعوبة البنود تساوي (٥٠) كما تأخذ تقديرات كل من الصعوبة والقدرة القيم من صفر إلى ١٠٠، وهذه هي الملامح المألوفة للقياس، وتؤدي إلى تفسير سهل لتقدير قدرة الفرد .

من المناقشات النقدية السابقة نستطيع ان نستخلص ما يأتي

- على الرغم مما دار من مناقشات حول فرض احادية البعد، الذي يقوم عليه نموذج (راش)، وعلى الرغم من المحاولات العلمية لإنشاء النماذج متعددة البعد، فإن ما يوفره نموذج (راش) من احصاءات للملاءمة، سواء لبنود الاختبار او لأفراد العينة

اتاح الفرصة لاستبعاد البنود غير الملائمة واستبقاء البنود الملائمة للنموذج ، التي تحقق للمتغير موضوع القياس تعريفا أحادى البعد ومن ثم استطاع هذا النموذج ان يثبت نجاحه ومصداقيته في تعريف المتغيرات السلوكية .

- ان ما يقوم عليه نموذج (راش) من فرض استقلالية القياس، وتحرره ، يصبح أحيانا مثيرا للتساؤل والمناقشة عند القيام ببعض عمليات التعادل الرأسي .

ولكن تبين من بعض الدراسات السابقة أنه عند ضبط جميع العوامل المؤثرة في ملاءمة كل من البند والفرد ، فإن تقارب مستوى صعوبة البنود المستخدمة مع مستوى قدرة الأفراد المراد تقدير قدراتهم قد يصل بنا إلى التوافق المطلوب بين الأداة والعناصر المقاسة مما يؤدي إلى تحرر القياس واستقلاليته . وهذا يؤكد أهمية ان تكون مجموعة البنود المستخدمة في القياس، محبوكة بحيث تناسب مستوى قدرة الفرد أو الأفراد، الذين يؤدونها. وهذا يناظر استخدام اي مسطرة من المساطر، التي تتوافق مع العناصر المراد تقدير اطوالها ، ولا يقلل هذا من دعوى الموضوعية في القياس ، وإنما يؤكد على اهمية عملية حبك الاختبار، التي سبقت الاشارة إليها .

- إن محاولات تطوير النموذج في مجال تعدد البعد ، وتدرج الاستجابة ، ادى الى ان يمتد استخدام النموذج إلى مجالات جديدة، مثل الاتجاهات ، والقيم ، والسمات الوجدانية ، وتقدير الذات ، ولم يعد النموذج قاصراً على النواحي المعرفية فقط ، وهي إحدى جوانب النقد السابقة التي وجهت إلى نموذج (راش) .

- ولم تقف جهود العلماء عند ما بذله رايت في جعل نموذج (راش) ممكن التطبيق لدى العلماء ومراكز البحوث ، ولكن تعدت ذلك إلى جعل مجال استخدام النموذج في بناء الاختبارات وتحليلها ، وتقدير الأفراد بوساطتها يتسع ليشمل استخدامه لدى المدرس العادي في المدرسة . فقد توصل العلماء إلى برامج للحاسب الآلي سهلة الاستخدام ، تقدم النتائج بصورة سهلة التفسير، وبوحدات قياس مئوية ، وتتوفر فيها كل مميزات وحدة القياس الأصلية ، الخاصة بالنموذج (اللوجيت) ، مع التغلب على ما تشكله هذه الوحدة من صعوبة في الاستخدام ، والتفسير، خاصة تلك الدرجات السالبة والكسرية .

خلاصة وخاتمة

تهدف هذه الدراسة إلى تقديم دراسة نقدية مفصلة حول أحد الاتجاهات الحديثة في القياس الموضوعي للسلوك، حيث تلقي الضوء على أهم نماذج السمات الكامنة، وهو نموذج (راش)، وتوضح كيف يمكن التحقق من متطلبات الموضوعية في تفسير نتائج القياس بناء على هذا النموذج، ومناقشة اهم التطبيقات العملية للنموذج في مجال القياس السلوكي، وما اوجه النقد الموجهة إلى هذا النموذج، والمشكلات التي تعترضه بما يفتح الباب امام البحث والدراسة للتغلب عليها .

وقد تعرضت الدراسة للنقاط الآتية :

القياس الموضوعي للسلوك

تعرضت الدراسة في مناقشتها لمفهوم القياس الموضوعي للسلوك لمشكلات القياس السلوكي . وناقشت كيف ينبغي أن تتحرر درجة الفرد من التقيد بأداة قياس معينة ، وكيف ينبغي أن تتحرر من الانتساب لأداء مجموعة من الأفراد . ولإيضاح ذلك قارنت بين القياس السلوكي والقياس الفيزيائي حتى توصلت إلى متطلبات الموضوعية في القياس . هنا برزت الحاجة إلى نظرية جديدة في القياس السلوكي يمكن بها تحقيق تلك المتطلبات .

نظرية السمات الكامنة

تعرضت الدراسة إلى اتجاه جديد في القياس، يمكن به تحقيق متطلبات القياس الموضوعي للسلوك، وهو نماذج السمات الكامنة بوجه عام ، ونموذج (راش) بوجه خاص . وقد توصل لهذا النموذج عالم الرياضيات الدانمركي جورج راش وطوعه للتطبيق العملي العالم الأمريكي بن رايت .

نموذج (راش)

ويتميز نموذج (راش) بثلاث نواح هي :

ـ أحادية البعد .

- استقلالية القياس .
- تساوي قوة البنود على التمييز .

وقد تناولت الدراسة الصيغة الرياضية لنموذج (راش)، ثم معنى الموضوعية الخاصة بهذا النموذج، وهي موضوعية المقارنة بين قدرة الأفراد أو بين صعوبات البنود. وعلى الرغم من استقلالية القياس في هذا النموذج فإن موضوعية القياس تعتمد على أن تكون بنود الاختبار بنودا ملائمة، وكذلك ان تكون استجابات الأفراد استجابات صادقة .

معلم قدرة الفرد، ومعلم صعوبة البند

وقد عرفت الدراسة كلا من معلم قدرة الفرد ومعلم صعوبة البند، حيث يقيس كل منهما ما يقيسه الآخر، ويعبر عنه على ميزان القياس نفسه ويعرف بوحدة القياس نفسها ونقطة الصفر نفسها. وقد قدمت الدراسة تعريفا لوحدة القياس، (اللوجيت). كما ناقشت كيف يمكن تقدير كل من معلم صعوبة البند ومعلم قدرة الفرد، وذلك بطريقة الترجيح الأكبر غير المشروط ، وكذلك بطريقة كوهين التقريبية، وتعرضت للمعادلات الخاصة بذلك مع التعليق عليها، وإضافة بعض المعادلات اللازمة لايضاحها. كما اشارت الى برنامج الحاسب الآلي (بيكال BICAL لتحليل البنود وتدريجها باستخدام نموذج (راش).

ملاءمة البنود للنموذج

وقد توصلت الدراسة إلى ثلاثة محكات أساسية يمكن على أساسها اختيار البنود الملائمة للنموذج أي التي تتوفر فيها شروط الموضوعية في القياس، وهي :

- ان يتفق البند في تعريفه للمتغير مع ذلك الذي تعرفه وتعبر عنه باقي البنود. ويختص بذلك إحصاء (ت) للملاءمة الكلية .
- ان يكون البند مستقلا عن العينة، ويختص بذلك احصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات .
- أن تكون للبنود قوة تمييز مناسبة، ويختص بذلك معامل التمييز.

وقد قامت الدراسة بتلخيص المواصفات الأحصائية التي ينبغي أن تتوفر في البنود الملائمة بناء على تلك المحكات الأساسية، التي سبقت الإشارة إليها. عندئذ يمكن استبقاء تلك البنود الملائمة، وحذف تلك البنود غير الملائمة، وذلك لتكوين الاختبار في صورته النهائية، كأداة تتوفر فيها شروط الموضوعية .

التحقق من توفر متطلبات الموضوعية في القياس

ناقشت الدراسة كيف يمكن التحقيق من توفر متطلبات الموضوعية في أداة القياس، التي تبنى باستخدام نموذج (راش)، أي كيف يمكن التأكد من تحقق ما يأتي:

- أن تعرف البنود فيها بينها متغيرا واحدا.
- أن تستقل تقديرات الأفراد عن مجموعة البنود المستخدمة من الاختبار.
- أن تستقل تقديرات البنود عن عينة الأفراد المؤدية للاختبار.
- صدق وثبات القياس.

اختيار التدريج المناسب

أبرزت الدراسة بعد ذلك الحاجة إلى تدريجات جديدة مناسبة لبعض أغراض القياس التي يحتاج إليها الباحث، أو المدرس، وتعرضت لبعض وحدات القياس المناسبة لذلك، مثل وحدات النيت (Nit)، وحدات السيت (Sit)، ووحدات الشيب (Chip)، ووحدات الواط (Watt)، بالإضافة إلى وحدة التدريج المستخدمة في المقاييس البريطانية للقدرات (BAS)

أهم تطبيقات نموذج (راش)

وقد تناولت الدراسة أهم التطبيقات العملية للنموذج، وهو بناء بنك للأسئلة تتوفر فيه شروط الموضوعية في القياس، وكيف يسحب الباحث أو المدرس مجموعة من البنود أو الاختبارات، التي يحتاج إليها، لتحقق أهدافه من القياس.

تطوير النموذج

أوضحت الدراسة ما قام به العلماء والباحثون في مجال القياس من تطوير للنموذج، بهدف التغلب على بعض مشكلاته النظرية، أو التطبيقية. كما أوضحت كيف يمكن الاستفادة من استخدام نموذج (راش)؛ لحل مشكلات القياس السلوكي في بيئتنا العربية.

مناقشة نقدية حول النموذج:

واختتمت الدراسة بمناقشات نقدية حول النموذج، تناولت مسلماته

الأساسية ومجالات استخدامه، والصعوبات التي تكتنف تطبيقه، والتي تشكل تحديات ينبغي تخطيها، والتغلب عليها، وتؤدي إلى اقتراح بحوث ودراسات في هذه المجالات.

مجالات لبحوث ودراسات مقترحة

قد يكون من المناسب هنا ان تشير الباحثة الى بعض الجوانب التي ترى انها لا تزال في حاجة الى بذل الجهد من جانب الدارسين والمهتمين بالبحث في مجال السمات الكامنة بوجه عام ونموذج (راش) بوجه خاص.

ـــ من أهم أمثلة التحديات التي تواجه العلماء والباحثين في مجال القياس الحاجة الواضحة إلى البحث، في مجال التعامل مع البيانات المتعددة البعد فعندما طبقت خمس صور مختلفة من نموذج (راش) العام؛ لتقييم مدى ملاءمتها للبيانات المتعددة البعد، تبين عدم قدرة هذه النماذج جميعها على التفاعل مع هذا النوع من البيانات، ما عدا نموذجين اثنين، أحدهما محدد في إطار ضيق من التطبيق والآخر وهو اصلحها جميعا، في حاجة الى مزيد من الجهد والدراسة. كما ينبغي ايضا العمل على حسم ذلك الجدل الدائر حول مدى فاعلية نموذج (راش) الأحادي البعد في التعامل مع تلك البيانات.

ـــ حظيت مشكلة التعادل الرأسي للاختبارات، التي تتحقق بها دعوى استقلالية القياس، بكثير من الأبحاث والدراسات. وقد تنوعت نتائج هذه الدراسات واختلفت، بل تناقضت، بما يوحي بحاجة الميدان إلى المزيد من البحث والتقصي.

وقد يكون من الجدير بالدراسة، مدى التقارب بين تقديرات كل من صعوبه البند وقدره الفرد وعلاقه ذلك بدقه التعادل الرأس للاختبارات.

ـــ أما ما يكتنف النموذج من صعوبات عملية، فيوضح الحاجة إلى بذل الجهد في سبيل التطوير، وذلك إما من حيث حل المشكلات السابقة، وإما من حيث وحدات القياس، أو برامج الحاسب الآلي، وغير ذلك، حتى يصبح استخدام النموذج لدى المدرسين أمرا عاديا، لا يشكل صعوبة من حيث التطبيق، أو الألفة، بمفهوم وحدة القياس، الذي قد يعوق انتشار هذا الاتجاه الجديد خارج نطاق الباحثين والدارسين.

الرموز المستخدمة في الدراسة

استخدمت الباحثة في جميع مراحل هذه الدراسة ، الرموز العالمية الشائعة ، سواء كانت الخاصة بصورة النموذج ومعادلاته ، أو تلك الخاصه بإحصاءات الملاءمة المختلفه ، أو التدريجات المتنوعة ، أو غير ذلك . وكان الهدف هو ألا يجد القارىء نقلة ذهنية بين ما استخدم في هذه الدراسة الراهنة ، وبين ما هو مألوف في المراجع الأساسية العالمية .

وقد قدمت الباحثه تفسيرات لبعض الرموز المستخدمه ، التى قد لا يألفها القارىء غير المتخصص ، سواء في الحاشيه أسفل الصفحات أو في الجدول الذي أفردته في نهاية الدراسة .

هذا وقد أفردت الباحثة في نهاية الدراسة قائمة بالمعادلات المستخدمة ، مرتبة ، ومرقمة ، ومكبرة ، بما يتيح للقارىء الرجوع اليها إذا اقتضى الأمر ذلك .

خاتمة

مضى الزمن منذ أن توصل العالم الدانمركي جورج راش إلى نموذجه الاحتمالي في القياس السلوكي في أوائل الستينات، ومنذ أن طوعه للتطبيق العملي بعد ذلك العالم الأميركي بن رايت.

وقد استخدم هذا النموذج في كثير من الأبحاث والدراسات، وزادت بذلك المحاولات لتطويره للتغلب على بعض المشكلات التي تعترض طريق استخدامه، ليشمل قياس جوانب سلوكية جديدة، غير تلك الجوانب المعرفية، التي كانت بداية استخدام هذا النموذج. وقد اتسع نطاق استخدام نموذج (راش) في كثير من المجتمعات، وذلك في مجال القياس التربوي، وفي مجال القياس النفسي. فقد استخدم في بناء الاختبارات التحصيلية، وعمل بنوك الأسئلة المختلفة، كما استخدم في عمل مقاييس القدرات المختلفة التي من أهمها المقاييس البريطانية للقدرات (BAS) وامتد أيضا إلى قياس الاتجاهات وتقدير الذات.

وقد آن الأوان أن يستخدم هذا النموذج للقياس بصورة جادة في مجتمعاتنا العربية تتعدى تلك المحاولات الفردية إلى مستوى العمل كفريق، وذلك في مجال التطبيق العملي؛ لتحقيق موضوعية القياس السلوكي، وفي مجال الدراسات التي تلقي الضوء على المشكلات التي تعترض طريق النموذج، والتغلب عليها.

وترى الباحثة أن تلك الصعوبات التي لا زالت تعترض الطريق ما هي إلا علامات تؤدي إلى المسالك الصحيحة على درب الموضوعية في القياس السلوكي. فإن وعي الباحثين لهذه الصعوبات، والمعوقات، تشكل التحدي إلى تخطيها، والتغلب عليها، وتشكل الحافز إلى القيام بالبحوث والدراسات في هذا المجال. وعندما تتعدد وتتنوع جهود واتجاهات العلماء والباحثين للتوصل إلى إجابات وحلول لما يكتنف القياس الموضوعي للظواهر السلوكية من مشكلات وما يبدو فيه من نقص أو قصور، فإن ذلك يعني مزيدا من الثراء، ومزيدا من التقدم، في إطار التفسير الموضوعي لنتائج الاختبارات.

المراجع

أ ـ المراجع العربية :

ـ كـاظم، أمينـة محمـد. (١٩٨١). حـول التفسيـرات المتبـاينـة لنتـائـج الاختبارات. الكويت: مجلة العلوم الاجتماعية. ٣ (٩) ٣٧ ـ ٧٠ .

ـ كاظم، أمينة محمد. (١٩٨٤). دراسة في تحليـل نتائـج التحصيل لـطلاب كلية الاداب جامعة الكويت، الكويت: دار السلاسل.

ـ كاظم، معصومة محمد. (١٩٧٨). دور النماذج الرياضية في تطوير مفهوم الرياضيات التطبيقية في التعليم العام. القاهرة: دار المعارف.

ب ـ المراجع الاجنبية :

Buyssen, H. P.J., Venden Wollenberg, A.L. & Wimmer, M.F.H.C. (1983, August). **Construction of a self esteem scale.** Nijmegen. The Netherland: Catholic University, Psychological laboratory.

Curry, R. & Riegel, N. (1978, March) **Latent trait theory in the affective domain - applications of the Rasch model.** Paper Presented at the Annual Meeting of the National Council on Measurement in Education, Toronto, Canada.

Dinero, T.E. & Haertel, E. (1977). Applicability of the Rasch model with varing item discriminations. **Applied Psychological Measurement,** 1, (4), 581-92.

Dong, et al (1983, August). **An emperical investigation of sample free calibration claim of the Rasch model.** Glen Ellyn Illinois: Ball Foundation.

Durovic, J. (1970, November). **Application of the Rasch model to civil service testing.** Albany, NY: New York State Department of Civil Service.

Elliott, c. (1983a). **British Ability Scales, Mannual 1: Introductory Handbook.** Windsor, England: National Foundation for Educational Research.

Elliott, C. (1983b). **British Ability Scales, Mannual 2: Technical Handbook.** Windsor, England: National Foundation for Educational Research.

Elliott, C., Murray, D. & Pearson, L. (1983). **British Ability Scales, Manual 4: Tables of Abilities and Norms.** Windsor, England: National Foundation for Educational Research.

George A. (1979, April) **Theoretical and practical consequences of the use of standarized residuales as Rasch model fit statistics.** Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, CA.

Gustafsson, J. (1979). The Rasch model in vertical equating of tests: A critique of Slinde & linn. **Journal of Educational Measurement, 16**(3), 153-58.

Holmes, Susan E. (1982, Summer) Unidimensionality and vertical equating with the Rasch model. **Journal of Educational Measurement 19**(2), 139-47.

Jansen, P.G.W. & Roskam, E.E. (1983, October) **Polychotomous Rasch model and dichotomization of graded responses.** Nijmegen, The Netherlands: Catholic University, Psychology laboratory.

Kelley, R. & Schumacher, F. (1984). The Rasch model: Its use by the National Board of Medical Examiners. **Evaluation and the Health Professions, 7** (4), 443-54.

Kifer, E., Berger, P. & Domer, L. (1975, November). **Application of the Rasch model to scale attitudes towards expanded duty dental auxiliaries.** Paper presented at the Annual Meeting of the American Public Health Association.

Lindstrom, B. (1983, April). **The Rasch model as a Criterion: applying the Rasch model to the analysis of test heterogeneity.** Paper Presented at the 67th Annual Meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada.

Masters, N. (1984). DICOT: Analysis class room test with the Rasch model. **Educational and psychological Measurement. 44**(1), 145-50.

Mckinley, L. & Reckase, D. (1982, August). **The use of the general Rasch model with multidimensional item response data.** Iowa: American Colledge testing Program, Resident Programs Department.

Mclean, D. & Ragsdale, G. (1983). The Rasch model for achievement tests - inappropriate in the past, inappropriate today, inappropriate tomorrow. **Candian Journal of Education. 8**(1), 71-76.

Murray, D. (1976, Spring). Rasch item analysis and scaling. **Occasional Papers of the Division of educational and Child Psychology of the British Psychological Society. 10**, 419-429.

Ramaswamy, T. (1976, January). Some methodological considerations in the testing of Rasch model claims. RIE.

Rentz, R., Bashaw, W.L. (1977, summer). An application of the Rasch model. **Journal of Educational Measurement. 14** (2), 161-79.

Rentz, R. and Rentz, G. (1978, December) **Does the Rasch model really work? A discussion for practitioners.** Princeton, New Jersey: ERIC Clearinghouse on Test, Measurements, and Evaluation.

Robitaille, F. & O'shea, T. (1983) The development of an item bank in mathematics using the Rasch model, **Canadian Journal of Education. 8**(1), 57-70.

Simith, M. (1981, april) **Person fit analysis with the Rasch model.** Illinois: Research Report.

Slinde, A & Linn, L. (1979a). A note on vertical equating via the Rash model for groups of quite different ability and tests of quite different difficulty. **Journal of Educational Measurement. 16**(3), 159-65.

Slinde, A. & Linn, L. (1979b). The Rasch model objective measurement, equating and robustness. **Applied Psychological Measurement. 3** (4), 437-52.

Slinde, A. & Linn, L. (1978). An exploration of the adequacy of the Rasch model for the problem of vertical equating, **Journal of Educational Measurement. 15**(1), 23-35.

Vogt, K. (1971, February). **On an extension of the Rasch model to the case of polychotomously scored items.** Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New York, NY.

Warfel, A. (1984, November). **Use of the Rasch model in communication education: An explanation and example application.** Paper presented at the Annual Meeting of the speech communication association Chicago, IL.

Willmot, S. & Fowles, D. (1974). **The objective interpritation of test performance: The Rasch model applied,** Windsor, England: National Foundation for Educational Research.

Wright, B., Mead, R. & Bell, S. (1980). BICAL: Calibrating items with Rasch model, **Research Memorandum No. 23.** Statistical laboratory, Department of Education, University of Chicago, Chicago, Illinois.

Wright, D. & Stone, M. (1979). **Best test design: A hand book For Rasch Measurement.** Chicago: MESA Press.

معاني بعض الرموز والمصطلحات الواردة بالدراسة

المعـــــــنى	المصطلح
أ ـ بالنسبة للبنود حيث (i) ترمز للبند:	
معلم صعوبة البند (i)	δ_i
تقدير صعوبة البند (i)	d_i
الخطأ المعياري للصعوبة (d_i)	$SE(d_i)$
الدرجة الملاحظة للعينة على البند (i) اي عدد الافراد الذين اجابوا صوابا على البند (i)	S_i
درجة العينة على البند (i) مقدرة باللوجيت.	X_i
معامل الامتداد لقدرة الفرد، ويختص بتصحيح التقدير الاولي لقدرة الفرد من اثر تشتت صعوبة البنود.	Y
ب ـ بالنسبه للأفراد حيث (V) ترمز للفرد:	
معلم الفرد (V)	B_v
تقدير قدرة الفرد (V)	b_v
الخطأ المعياري للقدرة (b_v)	$SE(b_v)$
الدرجة الملاحظة للفرد (V) على الاختبار، اي عدد البنود الصواب التى اجاب عليها الفرد.	r_v
تقدير القدرة المقابل للدرجة (r)	b_r
عدد الافراد الحاصلين على الدرجة (r)	n_r
معامل الامتداد لصعوبة البند ويختص بتصحيح التقدير الاولي لصعوبة البند من اثر تشتت قدرة الافراد.	X
حـ ـ بالنسبة للاستجابة	
استجابة الفرد (V) على البند (i)	X_{vi}
احتمال الاستجابة (X_{vi}) بمعلومية معلم القدرة (β_v)، ومعلم الصعوبة (δ_i)	$P\{X_{vi} \| b_v, \delta_i\}$

المصطلح	المعنى
Π_{vi}	احتمال الاستجابة الصواب أى (X_{vi}) تساوي (١)
P_{vi}	تقدير (Π_{vi}) المعتمد على (b_v), (d_i)
P_{ri}	تقدير (Π_{vi}) للدرجة (r) المعتمد على (b_r), (d_i)
I_{vi}	المعلومات من (X_{vi}) عن الفرد (V) والبند (i)
Z_{vi}	البواقي المعيارية للاستجابة (X_{vi}) من التقدير المتوقع
S_{gi}	عدد الاستجابات الصواب الملاحظة في المجموعة (g) على البند (i)
V_{Bi}	متوسط المربعات بين المجموعات
t_{Bi}	احصاء (ت) للملاءمة بين المجموعات
V_i	متوسط المربعات الكلي
t_i	احصاء (ت) للملاءمة الكلية
	د ـ اصطلاحات رياضية عامه:
P	احتمال
f	داله اي تعتمد على
$A > B$	A أكبر من B
$A < B$	A اصغر من B
d.f	درجات الحرية
ln	اللوغاريتم الطبيعي الذي اساسه (e) اي (هـ)
X^2	كا٢
$X^2 \sim N(0,1)$	كا٢ تتوزع اعتداليا بمتوسط قدرة (صفر) وانحراف معياري قدره (١)
$\sum_{i=1}^{L}$	المجموع من البند الاول (i = 1) الى البند الاخير (i = L)
$\sum_{v=1}^{N}$	المجموع من الفرد (V) حتى الفرد الاخير (V=N)

قائمة بالمعادلات المستخدمة في الدراسة

$$P_{vi} = f(\beta_v - \delta_i) \tag{1}$$

$$e^{(\beta_v - \delta_i)} = \exp(\beta_v - \delta_i) \tag{2}$$

$$P_{vi} = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \tag{3}$$

$$P(X_{vi} = 1 \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)}$$

$$P(X_{vi} = 0 \mid \beta_v, \delta_i) = 1 - \frac{\exp(\beta_v - \delta_i)}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \tag{4}$$

وبتبسيط هذه المعادلة تصبح

$$\therefore P(X_{vi} = 0 \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{1}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \tag{5}$$

$$\therefore P(X_{vi} = X \mid \beta_v, \delta_i) = \frac{\exp[X(\beta_v - \delta_i)]}{1 + \exp(\beta_v - \delta_i)} \qquad X = 0,1 \tag{6}$$

$$\exp(\beta_v - \delta_i) = \frac{P_{vi}}{1 - P_{vi}} \tag{7}$$

$$\therefore (\beta_v - \delta_i) = l_n \frac{Pvi}{1 - P_{vi}} \qquad (٨)$$

$$(\beta_u - \delta_i) = \ln \frac{P_{ui}}{1 - P_{ui}} \qquad (٩)$$

$$\therefore (\beta_v - \beta_u) = \ln \frac{(\ Pvi\ )}{1 - P_{vi}} - \ln \frac{(\ Pui\ )}{1 - P_{ui}} \qquad (١٠)$$

$$(\beta_v - \delta_c) = \ln \frac{(\ P_{vc}\ )}{1 - P_{vc}} \qquad (١١)$$

$$(\delta_c - \delta_i) = \ln \frac{(\ P_{vi}\ )}{1 - P_{vi}} - \ln \frac{(\ P_{vc}\ )}{1 - P_{vc}} \qquad (١٢)$$

$e^{(\beta v - \delta i)} =$ مرجح النجاح

∴ في حالة δ_i = صفر فإن :

(١٣)

e^{β_v} = مرجح النجاح

$$e^{(\delta i - \beta v)} = \exp\ (\delta_i - \beta_v) \qquad (١٤)$$

$e.^{(\delta i - \beta v)}$ = مرجح الخطأ

في حالة β_v = صفر فإن :

$e^{(\delta_i)}$ = مرجح الخطأ (١٥)

$$I_{vi} = II_{vi} (1 - II_{vi}) \quad (١٦)$$

$$Si = \sum_{v=1}^{N} P_{vi} \quad (١٧)$$

$$r_v = \sum_{i=1}^{L} P_{vi} \quad (١٨)$$

$$Si = \sum_{r=1}^{L-1} n_r P_{ri} \quad (١٩)$$

$$r = \sum_{i=1}^{L} P_{ri} \quad (٢٠)$$

$$d_i^{(t+1)} = d_i^t - \frac{S_i - \sum_r n_r P_{ri}^{(t)}}{\sum_r n_r P_{ri}^{(t)} 1 - p_{ri}^{(t)}} \quad (٢١)$$

$$b_r^{(t+1)} = b_r^{(t)} + \frac{r - \sum_i P_{ri}(t)}{\sum_i P_{ri}^{(t)} \quad 1 - P_{ri}^{(t)}} \quad (٢٢)$$

$$SEC = SE(d_i) = [\sum_r n_r P_{ri} (1 - P_{ri})]^{-1/2} \quad (٢٣)$$

$$SEM = SE(b_r) = [\sum_{r} P_{ri} (1 - P_{ri})]^{-1/2} \qquad (٢٤)$$

$$d^{\circ}_{i} = \ln \left[\frac{(N - s_i}{si} \right] - \sum_{i}^{L} \ln \left[\frac{N - S_i}{Si} \right] / L \qquad i = 1, L \qquad (٢٥)$$

$$D = \sum_{i}^{L} (d^{\circ}_{i})^2 / (L - 1) \ (2.89) \qquad (٢٦)$$

$$b^{\circ}_{r} = \ln \left[\frac{r}{L - r} \right] \qquad r = 1, L - 1 \qquad (٢٧)$$

$$b^{\circ} = \sum_{r=1}^{L-1} n_r \ b^{\circ}_{r} / N \qquad (٢٨)$$

$$B = \sum_{r=1}^{L=1} b_r \ (b^{\circ}_{r} - b^{\circ})^2 / (N - 1) \ (2.89) \qquad (٢٩)$$

$$X = [(1 + B) / (1 - BD)]^{1/2} \qquad (٣٠)$$

$$Y = [(1 + D)/(1 - BD)]^{1/2} \qquad (٣١)$$

$$di = Xd_i^{\circ} \qquad i = 1, \ L \qquad (٣٢)$$

$$SE \ (d_i) = X \ [N/S_i \ (N - S_i)]^{1/2} \qquad (٣٣)$$

$$b_r = Yb_r^{\circ} \qquad r = 1, L - 1 \qquad (٣٤)$$

$$SE(b_i) = Y[L/r\ (L-r)]^{1/2} \quad (٣٥)$$

$$S_{gi} = \sum_{r \in g} n_r\ P_{ri} \quad (٣٦)$$

$$Z_{gi} = \frac{S_{gi} - \sum_{r \in g} n_r\ P_{ri}}{[\sum_{r \in g} n_r\ P_{ri}\ (1-P_{ri})]^{1/2}} \quad (٣٧)$$

$$V_{Bi} = \sum_{g=1}^{M} \left[\frac{(S_{gi} - \sum_{r \in g} n_r\ P_{ri})^2}{\sum_{r \in g} n_r\ P_{ri}\ (1-P_{ri})} \right] \cdot \left[\frac{L}{(M-1)(L-1)} \right] \quad (٣٨)$$

$$t_{Bi} = aV_{Bi}^{1/3} - a + \frac{1}{a} \quad (٣٩)$$

$$Z_{vi} = \frac{X_{vi} - P_{vi}}{[P_{vi}\ (1-P_{vi})]^{1/2}} \quad (٤٠)$$

$$Z_x = \frac{(X-P)}{[P\ (1-P)]^{1/2}} \quad (٤٠)$$

$$Z_a = \frac{-P}{[P\ (1-P)]^{1/2}} = \left[\frac{P}{1-P} \right]^{1/2} \quad (٤١)$$

$$B_{BAS} = 10\,[a_r + (1 - a_1)] \qquad (٦٥)$$

$$B = 50 + (15/\ln 4)b \qquad (٦٦)$$

$$D = 50 + (15/\ln 4)d \qquad (٦٧)$$

$$C_{AB} = \sum_{i}^{K} (d_{iA} - d_{iB})/K \qquad (٦٨)$$

$$\sum_{i}^{K} (d_{iA} - d_{iB} - C_{AB})^2\,(N/12)\,[K/(K - I\ )] \qquad (٦٩)$$

$$(d_{iA} - d_{iB} - C_{AB})^2\,(N/12)\,[K/(K - 1)] \qquad (٧٠)$$

$$S_D = (S_L^2 + S_H^2)\,½ \qquad (٧١)$$

$$\delta_i = H - (W/2)\,(L - 2i + 1/L) \qquad i = 1,L \quad (٧٢)$$

$$h = \sum_{i}^{L} d_i/L = d. \qquad (٧٣)$$

$$w = [(d_L + d_{L-1} - d_2 - d_1)/2)]\,[L\,/\,(L - 2)] \qquad (٧٤)$$